

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 132



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(Протокол № 2 від 06.10.2023)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 132. 404 с.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 14.05.2020 № 627 (додаток 2) журнал внесений до Переліку фахових видань України (категорія «Б») у галузі сільськогосподарських наук (101 – Екологія, 201 – Агрономія, 202 – Захист і карантин рослин, 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 207 – Водні біоресурси та аквакультура).

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 24814-14754ПР від 31.05.2021 року.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Головний редактор:

Аверчев О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений працівник науки та техніки України, завідувач кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет.

Члени редакційної колегії:

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України;

Лавренко С.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, заслужений винахідник, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. відділу селекції риб, Інститут рибного господарства НААН України;

Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри геоecології і землеустрою, Таврійський державний агротехнологічний університет;

Данилик І.М. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України;

Србіслав Денчіч – доктор генетичних наук, професор, член-кор. Академії наук і мистецтв та Академії технічних наук Сербії, Сербія;

Дубина Д.В. – доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України;

Кутішев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Мельничук С.Д. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри технологій молока та м'яса, Сумський національний аграрний університет;

Осадовский Збигнев – доктор біологічних наук, професор, ректор Поморської Академії, Слупськ, Польща;

Пасічник Л.А. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Ін-ту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України;

Повозніков М.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри конярства та бджільництва, Національний університет біоресурсів і природокористування України;

Скляр В.Г. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології та ботаніки, Сумський національний аграрний університет;

Черненко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри годівлі та розведення сільськогосподарських тварин, Дніпровський державний аграрно-економічний університет;

Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач кафедри гідробиології та іхтіології, Національний університет біоресурсів та природокористування України.

ЗЕМЛРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 633.521:631.821.85:631.559(477.7)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.1>

ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ І МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Бараболя О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

Колісник А.В. – студент II курсу магістратури,

Навчально науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Полтавського державного аграрного університету

Достатньо складні умови сьогодення змушують вітчизняних агровиробників орієнтуватися на вирощування сільськогосподарських культур, які є не вимогливими за агротехнологією, посухостійкою, рентабельною, користуватися попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках. Саме до такої культури належить льон олійний, вирощування якого в Україні з 2020 р. має позитивну динаміку до збільшення. Завдяки біологічним властивостям і екологічній адаптованості льон олійний придатний для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Польові досліді проводились протягом 2020–2022 рр. на дослідному полі ФГ «СІМФО» (Кіровоградська область), яке розташоване в північній частині Степу України. Досліді проводилися з насінням льону олійного двох сортів – ранньостиглого Дебют і середньостиглого Айсберг з використанням агротехніки, поширеної для зони вирощування. Схема удобрення для кожного сорту льону олійного передбачала: без добрив; $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$.

Проведені дослідження показали, що кількість опадів за роки досліджень (2020–2022 рр.) мала вплив на урожайність льону олійного. Посушливі погодні умови 2022 р. зменшили врожайність обох дослідних сортів на рівні 30 % відносно 2021 р. і в меншій мірі відносно 2020 р.: Дебют – на 3,2–4,6 %, Айсберг – на 6,6–7,3 %.

За результатами досліджень виявлено зростання урожайності насіння льону олійного під впливом різних доз мінеральних добрив до 1,82 т/га для сорту Айсберг при $N_{60}P_{45}K_{45}$ у найбільш сприятливому 2021 р. В середньому врожайність зросла при удобренні $N_{45}P_{30}K_{30}$ на 33,3 % для сорту Дебют і 31,7 % для сорту Айсберг. За умови удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$ врожайність сорту Дебют зросла на 44,8 %, а сорту Айсберг – на 43,3 %. Доцільно відмітити, що за умови удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$ відбувається менший вплив погодних умов на врожайність льону олійного, особливо сорту Дебют.

Ключові слова: насіння льону олійного, посухостійкість, продуктивність, вегетація, удобрення.

Barabolia O.V., Kolisnyk A.V. The impact of meteorological conditions and mineral fertilization on the yield of oil flax in the Steppe of Ukraine

Rather complicated conditions of the present day induce Ukrainian agrarian producers to orient on the cultivation of crops, which are not exacting as to growing technique, resistant to dry periods, profitable, and are in demand on the national and international markets. It is oil flax that belongs to such crops and the cultivation of it has had the positive dynamics to increasing in Ukraine since 2020. Owing to its biological properties and ecological adaptability, oil flax is suitable for the cultivation in all soil and climatic zones of Ukraine.

Field experiments were conducted during 2020–2022 on the experimental field of “SIMFO” farm (Kirovohrad region), which is located in the northern part of Ukraine’s Steppe. The experiments were made with oil flax seeds of two varieties: Debiut early-ripening and Iceberg mid-ripening using agronomical practice spread in the cultivation zone. The following fertilization scheme was envisaged for each oil flax variety: without using fertilizers and applying $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$.

The conducted studies showed that precipitation amount during the research years (2020–2022) affected oil flax yield. Negative weather conditions in 2022 led to the decrease in the yield of both investigated varieties by 30 % as compared to 2021 and less in comparison with 2020: Debiut – by 3.2–4.6 %, Iceberg – by 6.6–7.3 %.

According to the study results, the yield increase of oil flax seeds was registered under the impact of different doses of mineral fertilizers – up to 1.82 t/ha for Iceberg variety at applying $N_{60}P_{45}K_{45}$ in the most favorable 2021. On the average, the yield increased by 33.3 % for Debiut variety and 31.7 % for Iceberg variety when applying $N_{45}P_{30}K_{30}$. After $N_{60}P_{45}K_{45}$ fertilization, the yield capacity of Debiut variety grew by 44.8 % and Iceberg variety – by 43.3 %. It is expedient to note that under $N_{60}P_{45}K_{45}$ fertilization, the yield of oil flax, especially Debiut variety is less affected by weather conditions.

Key words: oil flax seeds, resistance to dry periods, productivity, vegetation, fertilization.

Вступ. Льон (*Linum usitatissimum*) є однією з найдавніших культурних рослин, які культивуються для отримання олії та волокна. Це однорічна трав’яниста рослина з неглибокою кореневою системою, яка поділяється на чотири підвиди, з яких найбільш розповсюджений – євразійський, що включає чотири різновиди: льон-довгунець (прядивний), олійний (кудряш), межеумок (проміжний), льон, що стелиться. Сорти льону, які вирощуються в основному для насіння (олії), мають відносно низьку висоту та мають більше вторинних гілок і насінневих коробочок (насінневої коробочки). Сорти льону, які вирощуються для отримання волокна, високорослі з прямими стеблами та мають менше вторинних гілок [1; 2].

Льон, будучи другорядною культурою, вирощується в багатьох країнах, кліматичних умовах і має різноманітне застосування як: харчова олія, функціональне харчування, клітковина, харчування тварин, промислова продукція. Льон характеризується відмінними біологічними та господарськими властивостями: високою посухостійкістю, технологічністю вирощування, скоростиглістю, високою врожайністю, рентабельністю [3]. На території України за різними джерелами нараховується 22–28 видів льону у господарському вирощуванні, тоді як у дикому стані він ніде не зростає [4].

У світовому вимірі льон олійний займає понад 3,5 млн га посівних площ, найбільша частина яких знаходиться в США (понад 38 %), Індії (27 %) та Канаді (23 %) [5]. В Україні за останні десять років площі під льоном олійним відзначалися нестабільною динамікою (від мінімальних 13,7 тис. га у 2020 р. до максимальних 66,8 тис. га у 2016 р.), що в середньому вимірі складало 25–35 тис. га [6]. У 2022 р. посівна площа льону олійного склала 33,1 тис. га, що на 22,1 % більше від 2021 р., і є максимумом з 2018 р. [7; 8].

Завдяки біологічним властивостям і екологічній адаптованості льон олійний придатний для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Наразі понад 93 % льону олійного вирощується у зоні Степу (Одеська, Миколаївська,

Херсонська, Запорізька області), понад 5 % – у зоні Лісостепу та до 1 % – у зоні Полісся [9]. Перспективним є його вирощування у Кіровоградській області, де площа вирощування льону олійного щорічно зростає і у 2022 р. становила 700 га, що складає приблизно 2,2 % від загальної площі по Україні [7].

Однак, у зв'язку з активними бойовими діями, окупацією південних територій, замінуванням сільськогосподарських угідь, знищенням посівів, через недолік фінансових і виробничих ресурсів урожайність льону олійного у 2022 р. скоротилась на 44 % – до 0,86 т/га, що є мінімальним рівнем за останні чотири роки. При цьому валовий збір льону олійного в Україні за 2022 р. склав 27,5 тис. т, що на 34 % менше за 2021 р. [7].

Також у 2022 р. в Україні через зазначені причини льон олійний частково втратив експортну орієнтацію, в результаті чого його частка в експорті країни знизилася до 44 % проти 83 % у 2021 р. В той же час, на зовнішніх ринках відбулося посилення позицій Казахстану (збільшення на 31 % експорту льону) та країни-агресора (зростання на 7 %).

Аналітики прогнозують, що у 2023 р. посівні площі олійних культур будуть розширені завдяки їх більшій рентабельності відносно зернових. З урахуванням цього, посівна площа льону олійного, як нішевої культури, може бути максимальною за останні 6 років. Доцільно також додати, що поточні погодні умови 2023 р. дозволяють очікувати врожайність льону олійного вище за середню за останні три роки – на рівні 40–41 тис. т [10].

Таким чином, у сучасних умовах задоволення попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках в льоні ґрунтується на виробництві високоякісної конкурентоспроможної продукції з використанням нових продуктивних сортів льону олійного, економічно доцільних технологій вирощування й удобрення. Враховуючи високі властивості до посухостійкості та пластичності льон олійний є однією з найбільш перспективних культур вирощування в умовах Степу України, який характеризується кліматичними змінами, що призводять до зменшення кількості опадів, їх нерівномірному розподілу протягом року, збільшенню кількості критичних температур [11].

Перспективність вирощування льону олійного також пов'язано з його рентабельністю, відсутності великих витрат за умови чіткого дотримання технології. Так, його вирощування коштує в 1,1–1,3 рази дешевше, ніж соняшнику, а рентабельність забезпечується від ціни 12 тис. грн/т та врожайності 0,7–0,8 т/га. З 2020 р. ціна на льон олійний має тенденцію до зростання з 12 тис. грн/т до 17 тис. грн/т у 2022 р., а середня врожайність в Україні становила 0,78–0,86 т/га (у Кіровоградській області – 13,1 т/га) [6; 7]. Розрахунки свідчать, що мінімальний рівень рентабельності вирощування льону олійного складає 35–40 %, а середній – 100–170 % і 250 % за врожайності 2 та 2,5 т/га відповідно [12]. Впровадження органічних технологій вирощування дозволяє збільшити його рентабельність завдяки зменшенню витрат і зростанню ціни зі збереженням урожайності, що підтверджується практикою АГ «Арніка» (Полтавська область) [13; 14].

Отже, дотримання агрономічних технологій вирощування льону олійного відповідно до агрокліматичних умов Степу України гарантують продуктивність і рентабельність його вирощування, тоді як погодні умови, сортові особливості та норми мінеральних добрив здатні вплинути на зазначені фактори, що обумовлює актуальність дослідження.

Постановка завдання. Польові досліді проводились протягом 2020–2022 рр. на дослідному полі ФГ «СІМФО» (Кіровоградська область, Олександрійський

район, с. Недогарки), яке розташоване в північній частині Степу України. Грунтовий покрив дослідного поля представлений чорноземом звичайним малогумусним глибоким з вмістом гумусу в орному шарі – 5 %, загального азоту – 6,4 %, рухомого фосфору – 50–60 мг/кг, обмінного калію – 350–400 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. Завдяки високому запасам загального та рухомого азоту забезпечується активна нітрифікацією.

Грунтовий покрив має сприятливі водно-фізичні властивості: водотривку зернисту структуру завдяки важкому гранулометричному складу, високому вмісту гумусу та насиченості ГВК Ca^{2+} і Mg^{2+} ; пухке складення (щільність 1,1–1,25 г/см³, що сприятливо для вирощування льону [15]); високу водопроникність, повітря- і вологоємність. Запас продуктивної вологи становить 90–150 мм. Природна родючість цих ґрунтів досить висока (66–73 бали), але відчувається нестача вологи [16].

Клімат зони – помірно континентальний. Роки досліджень істотно відрізнялися за гідротермічними умовами. Кількість опадів за період вегетації льону (травень–липень) у 2020 р. становила 170 мм, тоді як у 2021 р. і 2022 р. – 177 мм і 101,3 мм відповідно. Гідротермічні коефіцієнти зволоження за вегетаційний період льону олійного, розраховані за методикою Г.Т. Селянінова, дорівнювали відповідно за роками – 0,94, 0,93 та 0,57, що свідчить про середню посушливість у 2021 і 2022 рр. і слабку посуху в 2021 р., що впливає на рівень врожайності льону олійного.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) визначали за формулою [17]:

$$\text{ГТК} = \frac{10 \times \sum O}{\sum t},$$

де $\sum O$ – сума опадів за період із середньодобовими температурами повітря вище 10 °С, мм; $\sum t$ – сума температур, °С, за період із середньодобовими температурами повітря вище 10 °С.

Закладення та проведення польових дослідів здійснено відповідно до загальноприйнятих у землеробстві й рослинництві методами. Повторність дослідів – трикратна. Розмір дослідних ділянок – 12 м². Розмір облікової ділянки – 10 м². Досліди проводилися з насінням льону олійного сорту Айсберг (середньостиглий) і Дебют (ранньостиглий), які є технологічними, не вилягають, не обсипаються, що дозволяє проводити збирання врожаю з мінімальними втратами. Оригінація сорту Інститут олійних культур НААН [18]. Для дослідження використовувалася агротехніка, поширена для зони вирощування. Льон олійний розміщували в зернових ланках після пшениці озимої. Основний обробіток ґрунту здійснювався за системою зяблевого комбінованого обробітку. Після збирання попередника відразу виконувалося дискування БДВП-4,2 глибиною 8–10 см, а за появи бур'янів – культивация. Добрива (нітроамофоска й аміачна селітра) відповідно до схеми дослідів вносили під основний обробіток ґрунту на глибину 20–22 см.

З осені проводилося вирівнювання поверхні ґрунту суцільною культивацияю з боронуванням. Навесні, за умови досягнення ґрунтом стану фізичної стиглості, проводилося боронування важкими зубовими боронами та виконувалася передпосівна культивация.

Сівба здійснювалася сівалкою СН-16 на ширину міжрядь 15 см з нормою висіву 6 млн схожих насінин/га (наприкінці квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння – 8–10 °С), враховуючи результати досліджень [17].

Посіви прикочували кільчасто-шпоровим гідрофікованим котком ККШ-6Г, що сприяє появі дружніх сходів. У фазі «ялинка», коли висота рослин становила до 10 см, застосовувалася бакова суміш гербіцидів Агрітокс 500 (1,0 л/га) з Лорен (8 г/га). Для внесення засобів захисту рослин і десикації Реглон Супер (3,0 л/га) застосовувався самохідний опрыскувач Теснома Laser 3000. Збір льону олійного здійснювався прямим комбайнуванням за вологості насіння 20–25 % комбайном Wintersteiger Delta. Облік урожаю проводився методом суцільного обмолоту рослин, зібраних з облікової площі ділянки.

Схема удобрення для кожного сорту льону олійного передбачала: без добрив; $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Незважаючи на біологічно зумовлену високу посухостійкість і пластичність підвиду, льон олійний найбільше страждає від нестачі вологи під час закладання й утворення генеративних органів [19]. Критичним для нього є період за 2 тижні до бутонізації (травень) та завершується через 2 тижні після цвітіння (червень) [20].

Отже, аналізуючи забезпеченість вологою, найбільш сприятливим був 2021 р., в якому за умови найменших опадів у травні (40,6 мм) був присутній запас вологи з квітня (43 мм) та найбільші опади у червні (102,4 мм). Як видно з рис. 1 найменша кількість опадів у квітні була у 2020 р. (8,4 мм), тоді як у травні – найбільша (85,9 мм), що створило кращі умови для сходження льону, ніж у 2022 р. У червні льон олійний перебував у фазі цвітіння за більш сприятливих умов у 2020 р. (опади – 58,7 мм) порівняно з 2022 р. (26,5 мм), що вплинуло на його врожайність.

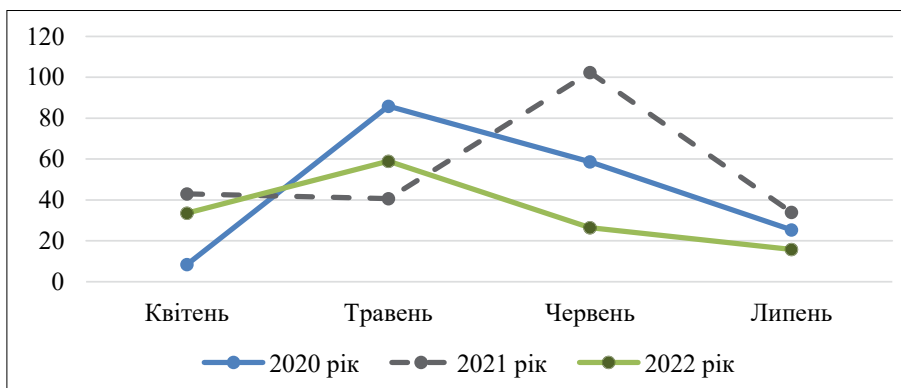


Рис. 1. Кількість опадів у Кіровоградській області, 2020–2022 рр., мм

В результаті за вегетаційний період льону олійного (травень-липень) найбільша кількість опадів у Кіровоградській області була у 2021 р. і становила 177 мм, що на 4,1 % більше ніж у 2020 р. і на 57,2 % – ніж у 2022 р. Це дозволило отримати вище за середні по Україні показники врожайності льону олійного по області відповідно: 2020 р. – 1,12 і 1,38 т/га; 2021 р. – 1,55 і 1,86 т/га; 2022 р. – 0,86 і 13,1 т/га [7; 8].

За результатами наших досліджень, врожайність насіння льону олійного під впливом різних доз мінеральних добрив зростає до 1,82 т/га для сорту Айсберг при $N_{60}P_{45}K_{45}$ у найбільш сприятливому 2021 р. (потенційна врожайність 1,8–2,0 т/га). В середньому врожайність зростала при удобренні $N_{45}P_{30}K_{30}$ на 33,3 % для сорту

Дебют і 31,7 % для сорту Айсберг (табл. 1). За умови удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$ врожайність сорту Дебют зросла на 44,8 %, а сорту Айсберг – на 43,3 %. Максимальний рівень урожайності льону олійного сорту Дебют у 1,72 т/га отримано в 2021 р. за умови удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$, що відповідає потенційному рівню (1,7–1,9 т/га).

Таблиця 1

Врожайність льону олійного дослідних сортів за різних доз мінеральних добрив (середнє за 2020–2022 рр.), т/га

Сорт	Схема мінерального удобрення за роками			Середня врожайність
	2020	2021	2022	
Без добрив				
Дебют	0,87	1,19	0,83	0,96
Айсберг	0,96	1,26	0,89	1,04
$N_{45}P_{30}K_{30}$				
Дебют	1,15	1,58	1,11	1,28
Айсберг	1,27	1,67	1,17	1,37
$N_{60}P_{45}K_{45}$				
Дебют	1,25	1,72	1,21	1,39
Айсберг	1,37	1,82	1,28	1,49

Необхідно також відзначити вплив погодних умов на врожайність дослідних сортів (рис. 2). Так, для льону олійного сорту Дебют за різних систем удобрення у 2021 р. врожайність зросла на 36,8–37,6 %, а для сорту Айсберг – на 31,3–32,8 %, і є найбільшою за удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$. Негативні погодні умови 2022 р. зменшили врожайність обох дослідних сортів на рівні 30 % відносно 2021 р. і в меншій мірі відносно 2020 р.: Дебют – на 3,2–4,6 %, Айсберг – на 6,6–7,3 %.

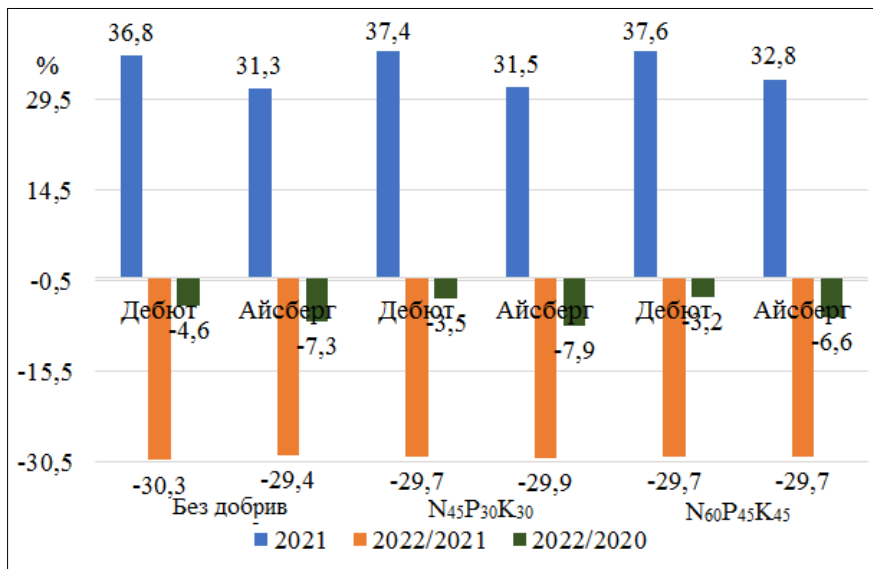


Рис. 2. Вплив погодних умов на врожайність дослідних сортів льону олійного за різних норм внесення добрив, 2021–2022 рр.

З рис. 2 видно, що удобрення $N_{45}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{45}K_{45}$ дозволяє зменшити втрати врожайності льону олійного від несприятливих погодних умов. Так, за внесення $N_{45}P_{30}K_{30}$ втрата врожайності сорту Дебют у 2022 р. на 2 % і 24 % менше відносно 2021 р. і 2020 р. відповідно. За умови удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$ втрати врожайності цього сорту особо не відрізнялись від меншої дози. В той же час, всі схеми удобрення не так однозначно вплинули на зменшення врожайності сорту Айсберг у 2022 р.

Висновок. Проведені дослідження показали, що кількість опадів за роки досліджень (2020–2022 рр.) мала вплив на врожайність льону олійного. Посушливі погодні умови 2022 р. зменшили врожайність обох дослідних сортів на рівні 30 % відносно 2021 р. і в меншій мірі відносно 2020 р.: Дебют – на 3,2–4,6 %, Айсберг – на 6,6–7,3 %.

За результатами досліджень виявлено зростання урожайності насіння льону олійного під впливом різних доз мінеральних добрив до 1,82 т/га для сорту Айсберг при $N_{60}P_{45}K_{45}$ у найбільш сприятливому 2021 р. В середньому врожайність зростає при удобренні $N_{45}P_{30}K_{30}$ на 33,3 % для сорту Дебют і 31,7 % для сорту Айсберг. За умови удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$ врожайність сорту Дебют зростає на 44,8 %, а сорту Айсберг – на 43,3 %. Доцільно відмітити, що за умови удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$ відбувається менший вплив погодних умов на врожайність льону олійного, особливо сорту Дебют.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Jhala A.J., Hall L.M. Flax (*Linum usitatissimum* L.): current uses and future applications. *Australian Journal of basic and Applied Sciences*. 2010. Vol. 4 (9). P. 4304–4312.
2. Рудік О.Л., Гальченко Н.М., Коновалова В.М. Моделювання рівнів продуктивності та аналіз ефективності технологій вирощування льону олійного в умовах Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2019. № 71. С. 119–122. DOI: 10.32848/0135-2369.2019.71.25.
3. Носенко Ю. Технологія вирощування льону. *Агробізнес Сьогодні*. 2021. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/528-naibilsh-korysnyi.html> (дата звернення: 2.08.2023).
4. Дмитренко Ф.Т. Особливості росту і розвитку олійних та довгунцевого типів льону в ґрунтово-кліматичних умовах поліської зони. *Науково-технічний бюлетень ІОК*. 2009. Вип 5. С. 106–113.
5. Губенко Л. Льон олійний: особливості вирощування. Прокозиція. 2022. URL: <https://propozitsiya.com/ua/lon-oliynny-osoblyvosti-vyroshchuvannya> (дата звернення: 3.08.2023).
6. Маковей Ю. Вирощування льону – чи можлива альтернатива соняшнику. *Kurkul*. 2023. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1413-viroshchuvannya-lonu--chi-mojлива-alternativa-sonyashniku> (дата звернення: 4.08.2023).
7. Рослинництво України 2021 : статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики, 2022. 183 с.
8. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2022 році. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2023/sg/pvzu/pvzu_2022.xlsx.zip (дата звернення: 5.08.2023).
9. Маковей Ю. Вирощування льону – чи можлива альтернатива соняшнику. *Kurkul*. 2023. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1413-viroshchuvannya-lonu--chi-mojлива-alternativa-sonyashniku> (дата звернення: 6.08.2023).
10. Купрєєва С. Україна: баланс попиту та пропозиції льону – є потенціал зростання показників. *УкрАгроКонсалт*. 2023. URL: <https://ukragroconsult.com/news/ukrayina-balans-popytu-ta-propozyciyi-lonu-ye-potenczial-zrostannya-rokaznykiv/> (дата звернення: 5.08.2023).

11. Гаврилюк А. Названа найперспективніша культура в умовах кліматичних змін. *Агрономія*. 2022. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/nazvana-najperspektivnisha-kultura-v-umovah-klimatychnyh-zmin/> (дата звернення: 6.08.2023).
12. Хілінський С. А. Олійний льон – від 100 % рентабельності та низка інших переваг. *Агроном*. 2017. URL: <https://www.agronom.com.ua/olijnnyj-lon-vid-100-rentabelnosti-ta-nyzka-inshyh-perevag/> (дата звернення: 7.08.2023).
13. Аврамчук А. АгроПолігон Арніка: органічна технологія вирощування льону та технічних конопель. *Super Agronom*. 2018. URL: <https://superagronom.com/blog/349-agropoligon-arnika-organichna-tehnologiya-viroshchuvannya-lonu-ta-tehnichnih-konopel> (дата звернення: 7.08.2023).
14. Сіренко Н.М., Чайка Т.О. Перспективи розвитку органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2011. № 1. С. 20–27.
15. Крикунов В. Г. Грунти і їх родючість. Київ : Вища школа, 1993. 287 с.
16. Резніченко В.П., Ковальов М.М. Забезпеченість азотом гумусного горизонту чорноземів типового та звичайного в умовах північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 303–311. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.107.39.
17. Рудік О.Л. Агроекологічне обґрунтування і розробка базисних елементів технології вирощування льону олійного подвійного використання в умовах Півдня України : автореф. дис. ... д-ра с.-г. н. : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2019. 42 с.
18. Реєстр сортів та гібридів (діючі, станом на жовтень 2022 року) Інституту олійних культур НААН. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/naukovi-rozrobky/reiestr-sortiv> (дата звернення: 3.08.2023).
19. Лазер П.Н., Рудік О.Л. Елементи адаптивної технології вирощування льону олійного в зоні південного Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. Вип. 18. С. 99–105.
20. Єременко О.А., Тодорова Л.В., Покопцева Л.А. Вплив погодних умов на проходження та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку олійних культур. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 45–52.

УДК 338.312:633.34:661.152.5](477.5)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.2>

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ ТА МІКРОДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Бараболя О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

Пащенко І.В. – студент II курсу магістратури,

Навчально науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Полтавського державного аграрного університету

Сьогодні соя є однією з найбільш розповсюджених культур світового землеробства, посівні площі якої поступаються лише кукурудзі, пшениці та рису. За обсягами виробництва Україна посідає перше місце в Європі серед дев'яти провідних країн-виробників цієї культури у світі. В умовах зміни клімату в Україні (потепління) задля забезпечення високої продуктивності сої важливо дотримуватися строків сівби й удобрення, дія яких є достатньо непрогнозованою.

Проведені польові дослідження протягом 2020–2022 рр. в умовах Лісостепу України з використанням середньостиглого сорту сої Ромашка показали ефективність використання мікродобрива Fertigum МАКС за умови ранніх термінів сівби. Застосування цього добрива підвищило схожість насіння сої за сівби 20 квітня на 4,4–4,8 %, а за сівби 1 травня – на 1,9–2,4 %.

За комплексної обробки насіння та посівів сої Fertigum МАКС за сівби 20 квітня отримано більшу масу рослин сої (59,5 г), кількість бульбочкових бактерій (49,4 шт.), кількість насінин (48,6 шт.) і бобів (24,8 шт.), масу насіння з 1 рослини (5,70 г). Перенесення сівби на 1 травня призвело до значного зниження всіх показників та ефективності Fertigum МАКС. Дослідження виявили, що обробіток добривом не спричинив істотного впливу на висоту прикріплення нижнього бобу, а залежав від строку сівби: за умови посіву 20 квітня – в середньому 16,4 см, за сівби 1 травня – в середньому 14,3 см.

Найвищу середню врожайність сої сорту Ромашка отримано при сівбі 20 квітня з передпосівною обробкою насіння та врожаю Fertigum МАКС у розмірі 2,23 т/га, що на 0,28 т/га (14,4 %) більше за контрольний зразок. Достатньо високим була врожайність і за передпосівної обробки лише насіння добривом за умови сівби 20 квітня – в середньому 2,18 т/га. Тоді як перенесення строків сівби сої на 1 травня призвело до зниження її середньої врожайності на 10,2–16,0 % за різних умов вирощування.

Ключові слова: соєві боби, схожість насіння, строки сівби, урожайність, органічно-мінеральне добриво.

Barabolia O.V., Pashchenko I.V. The impact of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in Forest-Steppe of Ukraine

At present, soybean is one of the most widespread crops of the world farming, the sown areas of which are less than only those of corn, wheat, and rice. As to production volumes, Ukraine takes the first place in Europe among the leading nine countries-manufacturers of this crop in the world. Under climate change in this country (warming), in order to ensure high soybean productivity, it is important to follow sowing time and fertilization, the effect of which is rather unpredictable.

The field studies conducted during 2020–2022 in the conditions of the Ukrainian Forest-Steppe using Romashka mid-ripening soybean variety showed the effectiveness of applying Fertigum MAX under early seeding time. The application of the fertilizer increased soya seed germination by 4.4–4.8 % when sowing on April 20 and by 1.9–2.4 % when sowing on May 1.

As a result of seeds and sown areas treatment with Fertigum MAX when seeding on April 20, more soybean plant weight (59.5 g) was obtained, as well as the number of nodular bacteria – 49.4 pcs., seed number – 48.6 pcs., seedpods number – 24.8 pcs.; seed weight per plant was 5.70 g. Postponing the sowing time to May 1 resulted in considerable decrease of all indicators and the effectiveness of Fertigum MAX. The research revealed that fertilization did not considerably affect the height of lower pod attachment, but depended on the sowing time: at sowing on April 20, the height was 16.4 cm, on the average, and at sowing on May 1 – 14.3 cm, on the average.

The highest average yield of Romashka variety – 2.23 t/ha was received when sowing on April 20 after seed and plant treatment with Fertigum MAX, which was 0.28 t/ha (14.4 %) higher than in the control variant. The yield was high enough after only seed treatment with the fertilizer at sowing on April 20 – 2.18 t/ha, on the average, while postponing soybean sowing to May 1, resulted in the decrease of its average yield by 10.2–16.0 % under different cultivation conditions.

Key words: soybeans, seed germination, sowing time, yield, organic-mineral fertilizer.

Вступ. Соя – поширена та прибуткова білково-олійна культура, що має широкий спектр застосування для харчових, кормових і технічних цілей [1]. В Україні спостерігається постійне щорічне збільшення посівних площ, що призводить до значних валових зборів, але продуктивність залишається низькою та нестійкою, в основному через недотримання агротехнічних прийомів. Збільшення обсягів виробництва має бути досягнуто за рахунок максимальної реалізації генетичного потенціалу сортів. Кожен сорт сої потребує оптимальних параметрів агротехнічних прийомів. На думку деяких дослідників [2], оптимальні строки сівби є найбільш дискусійним питанням у технології вирощування сої, яке особливо актуальне за кліматичних змін [3; 4]. Згідно даних досліджень [5] час сівби для сої є вирішальним, оскільки він впливає на вміст вологи, дружні сходи, густоту

рослин, біометричні показники, рівномірність дозрівання, розмір і якість врожаю.

На території України втрати врожаю від несприятливих погодних умов в окремі роки можуть сягати 45–50 %, а за їх комплексної дії – 70 % і більше. Глобальне зміння клімату в останні десять років підтверджується аналізом багатьох еколого-кліматичних чинників зовнішнього середовища. На території України помітне потепління спостерігається з 2007 року [6].

Соє чутлива до світлового дня, і це повинно бути враховано при виборі оптимального строку сівби. Бабич та ін. [7] вважають, що для більшості сортів сої сприятлива тривалість світлового дня – 13–15 годин. Встановлено, що через пізню сівбу строк між сходою та цвітінням сої зменшується, а як наслідок – це негативно впливає як на ріст, так і на продуктивність [5].

За рекомендаціями зарубіжних учених [8] через небезпеку посухи в липні, соєю необхідно посіяти якнайшвидше.

Основним критерієм вибору строків посіву є стабільне прогрівання посівного шару ґрунту. Мінімальний рівень температури ґрунту для сої – близько 8–10 °С з тенденцією до підвищення. Прогрівання насінневого шару до 12–14 °С та наявність вологи забезпечує дружнє проростання насіння [9; 10]. Більш пізньостиглі сорти слід висівати на початку оптимального строку, ранньостиглі – наприкінці оптимального строку сівби [11]. Відомо, що зміна ранньої сівби (температури ґрунту – 8–10 °С) для пізньої фази (температура ґрунту – 13–14 °С) спричиняє зниження врожайності сої на 13,5 % [12].

Досягнути високих врожаїв (більше 3 т/га) можливо шляхом дотримання сучасних технологій вирощування культури, широкого застосування мінеральних добрив, а також ретельного підбору ефективного й адаптивного сорту. Важливим є те, що вклад в урожайність останнього фактору становить більше 50 %. Правильний вибір сорту має вирішальне значення для одержання максимального прибутку [6].

Важливим резервом підвищення врожайності сої є використання мікродобрив. Вплив мікроелементів на фізіологічні та біохімічні процеси в рослинах обумовлений їх включенням до так званих «допоміжних речовин», тобто вітамінів, гормонів, ферментів і коферментів, які беруть участь у метаболізмі [13]. Вони також посилюють процес фотосинтезу й активують в роботі багатьох вітамінів і ферментів бере участь азот і вуглеводний обмін, окисно-відновні процеси [14].

Багатьма дослідниками експериментально доведено і теоретично обґрунтовано, що максимальна реалізація потенціалу рослинно-мікробних взаємодій можлива лише при підборі комплементарних пар – сорт рослини і штам мікроорганізмів. Аналогічні питання для комплексного застосування біологічних препаратів різної функціональності ще недостатньо вивчені, а отже ці дослідження надзвичайно актуальні та спрямовані на вдосконалення елементів біологізації технологій вирощування сої [15].

На сьогодні мікроелементи на хелатній основі мають ефективність у 5–10 разів вищу, ніж неорганічні солі, завдяки їх більш швидкому засвоєнню в біохімічних процесах рослин. Крім того, утворені хелатні форми мікродобрив засвоюються майже на 100 %, що в результаті зменшує обсяги їх застосування [16; 17].

Оскільки дослідження проводилися в умовах Полтавської області, яка характеризується нерівномірним розподілом опадів за роками та місяцями, важливо визначити, які агрономічні прийоми забезпечують більш раціональне використання основних факторів для росту рослин сої та збереження вологи. Це обумовлює актуальність вивчення впливу строків сівби та мікродобрив на продуктивність середньостиглої сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах на прикладі сорту Ромашка.

Постановка завдання. Польові дослідження проводилися протягом 2020–2022 рр. на дослідному полі ТОВ «Коновалівка-Агро», яке розташоване в зоні Лісостепу. Клімат – помірно континентальний при недостатньому та нестійкому зволоженні. Ґрунт на дослідному полі – чорнозем середньогумусний важкосуглинковий. Вміст гумусу – 4,1 %, рівень основних елементів живлення середній: азот, що легко гідролізується, – 10,3 мг/100 г ґрунту, лабільний фосфор – 5,2 мг/100 г ґрунту, обмінний калій – 13,5 мг/100 г ґрунту. Навесні середні запаси продуктивної вологості на метр шару ґрунту коливаються від 118 до 165 мм.

Роки досліджень істотно відрізнялися за гідротермічними умовами. Кількість опадів за період вегетації сої у 2020 р. становила 218 мм, тоді як у 2021 р. і 2022 р. – 127 мм і 239 мм відповідно. Гідротермічні коефіцієнти, розраховані методикою Г.Т. Селянінова, дорівнювали відповідно за роками – 0,9, 0,5 та 1,1, що свідчить про посушливі умови у 2021 р. та їх негативний вплив на рівень продуктивності сої.

Експеримент проводили блочним методом. Повторюваність в експерименті – триразова. Площа ділянок становила – 54 м². У дослідженнях застосовували польові, лабораторні та статистичні методи. Експеримент проводився з насінням сої середньостиглої сорту Ромашка. Оригінація сорту Інститут сільського господарства Степу НААН. Протягом дослідження використовувалася агротехніка, яка поширена для зони вирощування. Сою висівали після озимої пшениці, восени після збирання попередника проводили основний обробіток ґрунту на глибину 6–8 см. Добрива вносилися в нормі – N23P60K60 у кг діючої рідини на 1 га перед оранкою на глибину 22–25 см. Навесні проведено ранньовесняне боронування. Бакові суміші вносили гербіциди Харнес (у нормі – 1,5 л/га) та Гезагард (2 л/га), проводили передпосівну культивування. Ширина висіву між рядками становила 45 см і норма висіву становила 600 тис./га. Глибина загортання насіння – 5–6 см. У фазі 3 листків проводилися обприскування посівів сумішшю гербіцидів Базагран (2,5 л/га) та Фюзілад Форте (0,8 л/га).

Вивчали два строки сівби: І – за температури ґрунту 8–10 °С (20 квітня), ІІ – за температури ґрунту 10–12 °С (1 травня).

Для дослідних цілей використовували комплексне органо-мінеральне добриво на основі фульвових і гумінових кислот Fertigum МАКС, завдяки яким відбувається стимуляція росту та розвитку рослин, розширення системи їх циркуляції і забезпечення оптимальних систем транспортування та дихання [18]. Застосування Fertigum МАКС дозволяє підготувати рослини до можливих кризових явищ і разом з тим підсилити/нівелювати дію інших факторів, наприклад [19]:

- мінеральних добрив і мікроелементів для збільшення доступності та засвоєння поживних речовин понад 30 %, використавши потужну катіонообмінну здатність солей фульвових кислот у поєднанні зі збільшенням проникності клітинних мембран – гумінових;

- швидше вивести рослину зі стану стресу.

За внесення Fertigum МАКС досягається [19]:

- швидкий старт проростання насіння, рівномірність сходів і розвиток кореневої системи завдяки посиленню ділення та видовження клітин, що стимулює ріст первинних коренів, становлення паростка і пришвидшення переходу на автотрофне живлення (ґрунтове);

- підтримка енергетичного процесу рослин під час посухи та заморозків шляхом регулювання водного обміну і газообміну в листках;

– активація природного імунітету та процесів регенерації тканин рослини (запуск серії біохімічних реакцій у клітині для знешкодження метаболітів патогенних організмів і відновлення пошкоджених шкідниками тканин).

Концентрація діючої речовини Fertigum МАКС [20]: N – 0–10 %; K₂O – 1–5 %; P₂O₅ – 0–8 %; SO₃ – 0–15 %; B – 0–11 %; Zn – 0–10 %; Mo – 0–2 %; Mn – 0–10 %; Cu – 0–10 %; Co – 0–1 %; Fe – 0–10 %; Mg – 0–15 %; Si – 0–10 %; фульвові кислоти – 0–200 г/л; амінокислоти – 0–100 г/л; гумінові кислоти – 0–180 г/л; екстракт водоростей – 0–100 г/л.

Обробку посівів проводили Fertigum МАКС у фазі формування бутонів сої при температурі повітря не вище 18 °С за норми витрат – 0,4 л/га. Контрольний зразок – насіння та посіви обприскували водою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Польова схожість насіння досить мінлива ознака, яка характеризується комплексом ґрунтово-кліматичних і агротехнічних факторів. Відомо, що оброблення насіння мікродобривами сприяє підвищенню схожості насіння та густоті рослин, за рахунок активації ферментів і систем, відповідальних за потік обміну процесів: фотосинтез, дихання, пристосування рослин до стресових умов вирощування.

Встановлено, що польова схожість насіння сої сорту Ромашка була в межах 87,1–92,1 % (табл. 1). Застосування органо-мінерального добрива Fertigum МАКС підвищило схожість насіння за сівби 20 квітня на 4,4–4,8 % (найменша істотна різниця (LSD_{0,05}) за фактором В = 1,8), а за сівби 1 травня – на 1,9–2,4 %.

Таблиця 1

Вплив строків сівби та внесення Fertigum МАКС на схожість насіння сої, масу рослин і кількість бульбочкових бактерій (середнє за 2020–2022 рр.)

Строк сівби (фактор А)	Обробка (фактор В)	Польова схожість, %	Маса рослини, г	Кількість бульбочкових бактерій, шт.
Температура ґрунту 8–10 °С (20.04)	Контрольний зразок (без обробки)	87,1	53,7	42,6
	Передпосівна обробка насіння Fertigum МАКС (0,8 л/т)	90,9	59,0	47,9
	Передпосівна обробка насіння та посівів Fertigum МАКС (0,8 л/т + 0,4 л/га)	91,3	59,5	49,4
Температура ґрунту 10–12 °С (1.05)	Контрольний зразок (без обробки)	89,9	41,3	31,3
	Передпосівна обробка насіння Fertigum МАКС (0,8 л/т)	92,1	43,6	33,6
	Передпосівна обробка насіння та посівів Fertigum МАКС (0,8 л/т + 0,4 л/га)	91,6	44,3	36,0
LSD _{0,05} за фактором А		1,4	1,3	2,5
LSD _{0,05} за фактором В		1,8	1,6	3,1
LSD _{0,05} за фактором АВ		2,5	2,3	4,4

Перенесення строків сівби з першого строку (20 квітня) на другий (1 травня) призвело до підвищення схожості насіння сої на 3,2 %. Найвищий показник польової схожості (92,1 %) був за умови другого терміну сівби сої й передпосівної обробки насіння Fertigum МАКС.

Інтенсивність росту наземних рослин сої значною мірою залежить від строку сівби, сорту, ґрунту та кліматичних умов. Відомо, що застосування мікродобрив забезпечує формування більшої маси рослин, листової площі та підвищення індивідуальної продуктивності [15].

Проведенні дослідження виявили позитивний вплив на масу рослин сої сорту Ромашка сівбу 20 квітня відносно 1 травня для: контрольного зразку – на 30,0 %, передпосівної обробки насіння Fertigum МАКС – 35,3 %, обробки насіння та посівів Fertigum МАКС – 34,3 % ($LSD_{0,05}$ за фактором А = 1,3). Найбільша маса рослин сої у межах 59,0–59,5 г сформувалася за строку сівби 20 квітня зі застосуванням мікродобрива.

Також внесення органо-мінерального добрива Fertigum МАКС сприяло значному збільшенню маси рослин сої відносно контрольних зразків за двох строків сівби. Таким чином, за умови сівби 20 квітня маса рослин сої збільшилася на 5,3–5,8 г, а за сівби 1 травня – на 2,3–3,0 г ($LSD_{0,05}$ за фактором В = 1,6).

Важливу роль у нагромадженні значної кількості білка в урожаї бобовими рослинами відіграє їх унікальна особливість у формуванні симбіозу з бульбочковими бактеріями. Доведено, що лише завдяки присутності в ґрунті симбіотично активних бульбочкових бактерій в сої відбувається накопичення біологічного азоту. Якщо мікросимбіонти відсутні, то відбувається зміна екологічної функції сої: вона починає використовувати ґрунтовий азот замість акумуляції фіксованого азоту з атмосфери [21; 22]. Наукові дослідження свідчать, що внесення мікродобрив позитивно впливає на симбіотичну систему сої, сприяє розвитку кореневої системи, а також стимулює розвиток бульбочкових бактерій [13].

За результатами наших досліджень розрахунок бульбочкових бактерій сої сорту Ромашка у фазі наливання бобів показав, що їх кількість за строку сівби 20 квітня була вищою у контрольного зразка на 36,1 % відносно сівби 1 травня ($LSD_{0,05}$ за коефіцієнтом А = 2,5). Максимальна кількість бульбочкових бактерій сої (49,4 шт.) утворилася за умови сівби 20 квітня, обробки насіння і посівів Fertigum МАКС. Внесення добрива збільшило кількість бульбочкових бактерій відносно контрольного зразка за строку сівби 20 квітня на 5,3–6,8 шт., тоді як при сівбі 1 травня – на 2,3–4,7 шт. ($LSD_{0,05}$ за фактором В = 3,1).

Зміна елементів структури врожаю сої залежить від багатьох факторів. Зокрема, в умовах потепління клімату в Лісостеповій зоні спостерігається зменшення коливання кількості опадів у межах кліматичної норми [23], що обумовлює вибір оптимального строку сівби задля забезпечення рослин вологою протягом періоду вегетації. Значний вплив на продуктивність сої має внесення мікродобрив, основна мета яких – підвищення процесів росту рослин, ефективність внесення азотно-фосфорних добрив для збільшення врожайності та підвищення стійкості рослин до посух.

Вибір оптимального строку сівби та застосування мікродобрив покращує формування оптимальної щільності рослин, демонструє найкращі показники індивідуальної продуктивності рослин, і, в першу чергу, збільшення маси рослин, кількість бобів і насіння на рослині, висоти прикріплення нижнього бобу.

Наші дослідження показали (табл. 2), що кількість соєвих бобів залежно від агротехніки становила 16,4–24,8 шт. Більша їх кількість утворилася за строку сівби 20 квітня – 20,9–24,8 шт., тоді як за сівби 1 травня їх кількість була значно меншою – 16,4–19,0 шт. Суттєво збільшилась кількість бобів завдяки застосуванню Fertigum МАКС відносно контрольного зразка: першого строку сівби – на 3,7–3,9 шт., другого строку сівби – на 1,9–2,6 шт. ($LSD_{0,05}$ за фактором В = 0,9).

Таблиця 2

Вплив строків сівби та внесення Fertigum МАКС на елементи структури врожаю сої (середнє за 2020–2022 рр.)

Строк сівби (фактор А)	Обробка (фактор В)	Кількість бобів, шт.	Кількість насіння, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г
Температура ґрунту 8–10 °С (20.04)	Контрольний зразок (без обробки)	20,9	41,4	5,41
	Передпосівна обробка насіння Fertigum МАКС (0,8 л/т)	24,6	47,3	5,62
	Передпосівна обробка насіння та посівів Fertigum МАКС (0,8 л/т + 0,4 л/га)	24,8	48,6	5,70
Температура ґрунту 10–12 °С (1.05)	Контрольний зразок (без обробки)	16,4	32,5	4,72
	Передпосівна обробка насіння Fertigum МАКС (0,8 л/т)	18,3	35,7	4,99
	Передпосівна обробка насіння та посівів Fertigum МАКС (0,8 л/т + 0,4 л/га)	19,0	36,2	4,98
LSD _{0,05} за фактором А		0,7	3,8	0,19
LSD _{0,05} за фактором В		0,9	4,7	0,23
LSD _{0,05} за фактором АВ		1,2	6,6	0,33

Кількість насіння сої, висіяної 20 квітня, була більшою та складала від 41,4 шт. на контрольному зразку до 48,6 шт. за передпосівної обробки насіння і посівів Fertigum МАКС (приріст – 17,4 %). Перенесення сівби на 1 травня спричинило значне зменшення кількості насіння сої на 23,9 % на контрольному зразку та на 25,5 % – за умови передпосівної обробки насіння і посівів Fertigum МАКС. Внесення мікродобрив за сівби 20 квітня сприяло значному збільшенню кількості насіння сої відносно контролю – на 5,9–7,2 шт. (LSD_{0,05} за фактором В = 4,7). В умовах сівби 1 травня кількість насіння сої збільшилася незначно – на 3,2–3,7 шт.

Важливим показником, який впливає на якість збирання сої є висота кріплення нижнього бобу, яка залежить від відстані між рослинами на ділянці, висота рослини і кількість світла. Оптимальною висотою прикріплення нижнього бобу вважається 12–15 см [24].

Наші дослідження виявили, що органо-мінеральне добриво Fertigum МАКС не мало істотного впливу на висоту прикріплення нижнього бобу. Цей показник залежав від строку сівби: за умови сівби 20 квітня висота – в середньому 16,4 см, за сівби 1 травня – в середньому 14,3 см (зменшення на 12,8 %).

Індивідуальна продуктивність рослин сої показує вплив досліджуваних факторів на реалізацію біологічного та генетичного потенціалу сортів і певною мірою дозволяє впливати на формування врожайності бобів вчасно.

Наші дослідження показали, що маса насіння з однієї рослини суттєво коливалася залежно від строку сівби. При ранній сівбі маса насіння була більшою та знаходилася у межах 5,41–5,70 г, а при пізніших строках сівби – значно зменшилася – до 4,72–4,99 г (у середньому на 12,7 %). При обробці насіння та посіву добривом Fertigum МАКС відбулося збільшення маси насіння відносно контрольного зразку: за умови сівби 20 квітня – на 0,29 г (LSD_{0,05} за фактором В = 0,23), за сівби 1 травня – на 0,26–0,27 г.

Урожайність сої залежить від агротехнологічних методів і технології вирощування. Проте найбільше суперечок, на думку деяких дослідників, викликають оптимальні строки сівби. Для сої шкідливими є як ранні, так і пізні строки посіву. Ранні строки сівби, особливо більш прохолодною весною, призводять до зріджених посівів, заростання бур'янами, низької продуктивності. Запізнення з сівбою також призводить до зниження польової схожості насіння через пересихання верхнього шару ґрунту.

Результати наукових досліджень довели, що мікродобрива сприяють збільшенню продуктивності сої на 15–45 %. Вони покращують ростові процеси в рослинах і біохімічні показники якості одержаної продукції, збільшують насичення рослин макроелементами (азотом, фосфором, калієм і сіркою) з добрив і з ґрунту, підвищують стійкість рослин до умов посухи та засолення ґрунтів [25; 26].

Наші дослідження показали (табл. 3), що продуктивність сої сорту Ромашка за умови посіву 20 квітня була вищою і становила у середньому 1,95 т/га на контрольному зразку. Перенесення сівби на 1 травня спричинило зниження врожайності контрольного зразку на 9,2 % (до 1,77 т/га).

Таким чином, підвищення врожайності дослідної сої відносно до контрольних зразків склало 11,8 % або 0,23 т/га (з обробкою насіння Fertigum МАКС) та 14,4 % або 0,28 т/га (з передпосівною обробкою насіння та посівів). Під час сівби 1 травня лише комплексна обробка мікродобривами насіння та посівів забезпечило значне підвищення врожайності на 9,6 % або 0,17 т/га ($LSD_{0,05}$ за фактором В = 0,13).

Слід зазначити, що додаткове обприскування посівів мікродобривами Fertigum МАКС не сприяло значному приросту врожаю порівняно з обробкою тільки насіння – приріст урожайності становив 0,05 т/га (2,3 %) і 0,06 т/га (3,2 %) за умов сівби 20 квітня та 1 травня відповідно.

Таблиця 3

Урожайність сої залежно від строків сівби та внесення Fertigum МАКС (2020–2022 рр.)

Строк сівби (фактор А)	Обробка (фактор В)	Середня урожайність, т/га	Відхилення відносно до контролю
Температура ґрунту 8–10 °С (20.04)	Контрольний зразок (без обробки)	1,95	-
	Передпосівна обробка насіння Fertigum МАКС (0,8 л/т)	2,18	+0,23
	Передпосівна обробка насіння та посівів Fertigum МАКС (0,8 л/т + 0,4 л/га)	2,23	+0,28
Температура ґрунту 10–12 °С (1.05)	Контрольний зразок (без обробки)	1,77	-
	Передпосівна обробка насіння Fertigum МАКС (0,8 л/т)	1,88	+0,11
	Передпосівна обробка насіння та посівів Fertigum МАКС (0,8 л/т + 0,4 л/га)	1,94	+0,17
$LSD_{0,05}$ за фактором А		0,11	
$LSD_{0,05}$ за фактором В		0,13	
$LSD_{0,05}$ за фактором АВ		0,19	

Отже, ранні строки сівби сої сорту Ромашка при температурі ґрунту 8–10 °С більше впливали на ефективність Fertigum МАКС зі значною кількістю вологи в ґрунті, на відміну від пізніх строків сівби при температурі ґрунту 10–12 °С. Ранній посів рекомендований для середньостиглих сортів Лісостепу України [26]. Це підтвердили наші дослідження, коли перенесення строків сівби з 20 квітня на 1 травня призвело до зниження середньої врожайності сої сорту Ромашка за різних умов вирощування на 10,2–16,0 %.

За внесення добрива Fertigum МАКС відбулося збільшення поглинання вологи й активація ферментів в обробленому насінні, що в свою чергу збільшує його проростання, а також сприяє утворенню більш життєздатних рослин. У наших дослідженнях схожість насіння сої підвищилася на 4,4–4,8 % у ранні строки сівби порівняно з контрольним зразком. Це підтверджується тим, що ефективність мікродобрив вище за збереження в ґрунті достатньої кількості вологи при ранніх термінах сівби [15].

Дослідження також показують, що добриво Fertigum МАКС стимулює збільшення маси рослин сої, кількості бульбочкових бактерій на одній рослині та збільшує врожайність. Але більший ефект від його використання можна отримати за передпосівної обробки насіння. Оскільки дане мікродобриво рекомендується вносити у фази розгалуження, цвітіння й утворення бобів [26], нами заплановані подальші дослідження для виявлення ефективності застосування декількох обробок посівів сої мікродобривами Fertigum МАКС.

Висновок. Проведені дослідження показали, що ефективність використання мікродобрив Fertigum МАКС для сої сорту Ромашка було вищим при ранніх термінах сівби (20 квітня) та при комплексній передпосівній обробці насіння та посівів. В результаті отримано більшу масу рослин сої (59,5 г), кількості бульбочкових бактерій (49,4 шт.), кількість насіння (48,6 шт.) і масу насіння (5,70 г). Перенесення сівби на 1 травня призвело до зниження всіх показників та ефективності мікродобрив.

Найвищу середню врожайність сої сорту Ромашка отримано при сівбі 20 квітня з передпосівною обробкою насіння та врожаю добривом Fertigum МАКС у розмірі 2,23 т/га, що на 0,28 т/га (14,4 %) більше за контрольний зразок. Достатньо високим була врожайність і за передпосівної обробки лише насіння добривом за умови сівби 20 квітня – в середньому 2,18 т/га. Тоді як перенесення строків сівби сої на 1 травня призвело до зниження її середньої врожайності на 10,2–16,0 % за різних умов вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Січкара В. Потенціал сої: паперовий і реальний. *The Український фермер*. 2016. № 11. С. 34–36.
2. Шовкова О.В. Фотосинтетична продуктивність сої культур залежно від строку сівби та способів внесення мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академія*. 2014. № 2 (73). С. 156–160. DOI 10.31210/visnyk2014.02.32.
3. Шевніков М.Я. Особливості технології вирощування сої вирощування в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України. *Корми та кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 147–151.
4. Цехмейструк М.Г., Селякін В.О., Глибокий А.М. Якість насіння сортів сої залежно від строків сівби у східному Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 39–44.
5. Бабич А.О., Бахмат М.І., Бахмат О.М. Соя: агроекологічні основи вирощування, переробки та використання : навчальний посібник. Кам'янець-Подільський : Медбори-2006, 2013. 268 с.

6. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В., Мирний М.В. Особливості впливу кліматичних чинників на продуктивність сої в умовах Лісостепу України. *Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур* : матеріали наук.-практ. інтернет-конф., м. Полтава, 26 квітня 2022 р. Полтава : ПДАУ, 2022. С. 11–13.
7. Бабич А.О., Колісник С.І., Венедіктов О.М. Стійкість агрофітоценозу сої. *Карантин і захист рослин*. 2006. № 6. С. 11–14.
8. Гібсон П.Т. Застосування ризоторфіна – основна умова підвищення врожаю сої в Україні. *Агроогляд*. 2006. № 11. С. 29–31.
9. Вплив часу посіву та посіву показники продуктивності сої в умовах сухостою та зрошення / В.М. Нижехоленко та ін. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур*. 2009. № 14. С. 196–206.
10. Шевніков М.Я., Логвиненко О.М. Вплив строки, способи сівби, норми висіву насіння різної сої на їх продуктивність. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 1. С. 12–16. DOI 10.31210/visnyk2013.01.02.
11. Артеменко С.Ф. Вплив агротехнічних заходів і строків сівби за різних погодних умов на урожайність сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 40–45.
12. Шепілова Т.П. Формування високопродуктивних посівів сої під впливом агротехнічних прийомів в умовах Кіровоградської області : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Ін-т зерн. госп-ва УААН, Дніпропетровськ, 2009. 16 с.
13. Jarecki W., Buczek J., Bobrecka-Jamro D. Response of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) to bacterial soil inoculants and foliar fertilization. *Plant, Soil and Environment*. 2016. Vol. 62 (9). P. 422–427. DOI 10.17221/292/2016-pse.
14. Шевніков М.Я., Лотиш І.І., Галич О.П. Особливості розвитку сої залежно від строків сівби в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 4. С. 14–17. DOI 10.31210/visnyk2015.04.03.
15. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В. Взаємодія сучасних сортів сої з біопрепаратами комплексної дії та їх вплив на врожайність. *Мікробіологічний журнал*. 2016. Т. 78, № 3. С. 61–68.
16. Кушнір М.В. Вплив передпосівної обробки насіння і позакореневих підживлень на урожайність та якість насіння сучасних сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2014. № 106. С. 134–140.
17. Кулібаба М.Ю. Ріст і розвиток сої залежно від строків сівби та мікробіопрепарату. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 1–2. С. 155–159. DOI 10.31210/visnyk2015.1-2.35.
18. Fertigum® МАКС. URL: <http://fertigum.com/produkcziya/fertigum-maks.html> (дата звернення: 26.07.2023).
19. Fertigum Макс. URL: <https://agroved.com.ua/fertigum-макс/> (дата звернення: 26.07.2023).
20. Органо-мінеральні добрива Fertigum MAX (Фертігум МАКС). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/fertigum-max-fertigum-maks> (дата звернення: 26.07.2023).
21. Крутило Д. Бульбочкові бактерії сої. *Пропозиція*. 2020. № 5. URL: <https://propozitsiya.com/ua/bulbochkovi-bakteriyi-soyi> (дата звернення: 27.07.2023).
22. Шевніков М.Я., Лотиш І.І., Чайка Т.О. Вплив мінерального живлення та способів сівби на врожайність та посівні якості насіння сої. *Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 20 листопада 2020 р. Полтава : РВВ ПДАУ, 2020. С. 62–65. URL: <http://dSPACE.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/8896> (дата звернення: 27.07.2023).

23. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. Київ : Вид-во Раєвського. 2003. 343 с.

24. Кобак С., Колісник С., Чорна В. Соя: норма висіву, густина рослин і ширина міжрядь. *Агробізнес Сьогодні*. 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrnarni-kultury/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriad.html> (дата звернення: 27.07.2023).

25. Бабич А.О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля та використання соєвих бобів у світі : монографія. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.

26. Венедітков О.М. Формування врожайності і якості сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Інститут кормів УААН. Вінниця, 2006. 20 с.

27. Сереветник О.В. Вплив строків позакореневого підживлення на урожайність сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 141–146.

УДК 63278:63293:6356

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.3>

ОСОБЛИВОСТІ ФЕНОЛОГІЇ ТА ШКІДЛИВОСТІ ПІВДЕННОАМЕРИКАНСЬКОЇ ТОМАТНОЇ МОЛІ (*TUTA ABSOLUTA* MEUR.) У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ

Білоусова Т.В. – аспірант кафедри інтегрованого захисту і карантину рослин,
Національний університет біоресурсів та природокористування України

Доля М.М. – д.с.-г.н.,

професор кафедри інтегрованого захисту і карантину рослин,

Національний університет біоресурсів та природокористування України

В статті наведено результати досліджень структури та динаміки популяції південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meur

У 2019–2022 рр. досліджено структуру та динаміку популяції південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meur: на томатах і пасліну чорного *Solanum nigrum* L. у відкритому помірно-континентальному кліматі шляхом відлову на феромонні пастки та візуально, із оглядом ценозів рослин господарем. Клімат у регіонах дослідження помірно-континентальний з прохолодними зимами та помірно-теплим навесні і влітку. Встановлено, що популяція південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meur: є порівняно стійкою із високою щільністю, особливо в серпні-липні. Характерно, що на рослинах пасльону чорного, даний вид формується із меншою щільністю та більшою варіацією протягом всього сезону. У окремих умовах заселення мілью плодів зростало навесні до 800 самців/пастка/тиждень. В умовах відкритого вирощування томатів томатна міль була активною цілий рік з піком на початку серпня, одночасно з найвищими середньодобовими температурами. При цьому, щільність шкідників у картоплі виявилася низькою. Місяцями заселеність шкідниками томатів до 27 % із розвитком личинки та дорослих особини спостерігалось локально. Це свідчить про те, що *Tuta absoluta* Meur: розмножується безперервно і розвивається протягом сезону за сучасних технологій. При цьому модель прогнозу розмноження розрахована за мінімальних і максимальних температур, сезонної та багаторічної динаміки популяції у відкритому ґрунті та із вірогідністю 74–86 %, що дозволяє визначити чисельність виду у регіональному спостереженні.

З метою зниження популяції томатної молі та мінімізації втрат в урожаї, рекомендовано збалансоване використання хімічних, біологічних та культурних методів контролю.

Застосування біологічних інсектицидів, які не мають негативного впливу на корисних комах та натуральних ворогів томатної молі, сприятиме збалансованому зниженню її популяції. Також, важливо враховувати особливості фенології та біології південноамериканської томатної молі для оптимізації моменту застосування контролюючих заходів.

Моніторинг популяції томатної молі має бути систематичним та регулярним, з використанням феромонних пасток та візуального огляду рослин. Це дозволить своєчасно виявляти заселення томатів та контролювати чисельність шкідника протягом сезону.

Ключові слова: томатна міль, *Tuta absoluta* Meyr., чисельність динаміка популяції, перезимівля, модель, прогнози, карантинні заходи.

Bilousova T.V., Dolya M.M. Phenology and damage characteristics of the South American tomato moth (Tuta absoluta Meyr.) in open field conditions

From 2019 to 2022, the structure and dynamics of the population of the South American tomato moth *Tuta absoluta* Meyr were studied. on tomatoes and plants of black nightshade *Solanum nigrum* in an open temperate-continental climate (steppe of Ukraine) by trapping in pheromone traps and visually, inspection of plants by the host. The climate in the study region is temperate-continental with cool winters and moderately warm spring and summer. It was established that the population of the South American tomato moth *Tuta absoluta* Meyr. It is relatively stable with high density, especially in the middle of summer. However, on black nightshade plants with lower density and greater variation throughout the season, it is characteristic that under greenhouse conditions fruit and leaf moth infestations were low in winter and increased in spring to 797.3 males/trap/week. Under conditions of open tomato cultivation, the tomato moth was active all year round with a peak in early September, at the same time as the highest average daily temperatures. The density of pests in potato crops turned out to be low. A high population of pests was observed in fruits up to 27 %, and eggs, larvae and adults were detected within two years. This indicates that the tomato moth *Tuta absoluta* Meyr. reproduces continuously and develops throughout the year in modern natural conditions. In closed soil on tomatoes during the winter and spring vegetation, moths form 6 generations, and in open soil – two generations. The reproduction forecast model is calculated for minimum and maximum temperatures, seasonal and perennial population in closed and open soil and with a probability of 74-86 % allows to determine the dynamics of the number of the species.

In order to reduce the population of the tomato leafminer and minimize crop losses, a balanced use of chemical, biological, and cultural control methods is recommended. The application of biological insecticides, which do not have a negative impact on beneficial insects and natural enemies of the tomato leafminer, will contribute to a balanced reduction of its population. Additionally, it is important to consider the phenology and biology of the South American tomato leafminer to optimize the timing of control measures.

Monitoring the population of the tomato leafminer should be systematic and regular, using pheromone traps and visual inspection of plants. This will enable timely detection of the infestation in tomatoes and control of the pest population throughout the season.

Key words: tomato moth, *Tuta absoluta* Meyr., population dynamics, quarantine measures, overwintering, model, forecasts.

Постановка проблеми. Південноамериканська томатна міль, *Tuta absoluta* Meyr., є основним шкідником посівів томатів у відкритому ґрунті і місцями спричиняє до 100 % втрат врожаю за високої щільності популяції [1]. Саміці відкладають до 260 яєць, головним чином на листках, але плодових чашолистках, черешках і головних стеблах [26]. Молоді личинки проявляють особливу мігруючу поведінку і після виходу із яйця проникають у тканину листя, залишаючись на поверхні рослини за 80 хвилин [17]. Личинки в основному є фітофагами і живляться плодами лише при високій щільності шкідників [16].

Шкідник є багатогідним видом, який живиться головним чином томатами, однак ряд інших культивованих видів пасльонових можуть бути заселені, включаючи картоплю, баклажани, тютюн та перець [21]. Шкідник завершує свій розвиток на дикорослих видах рослин [4].

При цьому, порівняно велику кількість місцевих природних ворогів виявлено в яйцях і личинках томатної молі *Tuta absoluta* Meyr., серед яких клопи-поліфаги *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae), *Necremnus* spp. і *Neochrysocharis*

formosa (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), що є перспективними для використання їх в програмах біологічного контролю фітофага [22]. Таким чином, карантинні заходи боротьби зі шкідниками за знанням і уточненням біології (ареал господаря, життєздатність за період зимівлі, поширення) та прогноз динаміки популяції є шкідника заслуговує особливої уваги, що підтверджено і іншими дослідниками [23]. Зокрема за сезонністю міграції а також планування і застосування карантинних заходів у овочевій сівозміні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження та публікації з теми «Дослідження Південноамериканської томатної молі (*Tuta absoluta*)» підтверджують, що цей шкідник є серйозною загрозою для врожаю томатів по всьому світу, особливо в умовах відкритого ґрунту. Учені активно вивчають фенологію цього шкідника (тобто послідовність фаз його життєвого циклу) та рівень завданих збитків з метою розуміння його поведінки і розробки ефективних стратегій управління.

Для аналізу динаміки популяції південноамериканської томатної молі (*Tuta absoluta* Meyr.) проведено дослідження в зоні інтенсивного вирощування томатів у Херсонській області. Ця область має характерний клімат з середньою температурою повітря від +23 °С до +36 °С, м'якою зимою та річними опадами до 400 мм. Експериментальні дослідження проводилися в умовах типового помірно-континентального клімату з сухим жарким літом та концентрацією опадів узимку, що мало великий вплив на розвиток, розмноження та поширення фітофага в південних регіонах України.

У рамках досліджень було проведено оцінку ефективності хімічних та біологічних інсектицидів на досліджуваних варіантах томатів протягом вегетаційного періоду, що тривав з червня по серпень. Зокрема, вивчалися інсектициди на основі *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp. *Kurstaki*.

Постановка завдання. Завданням дослідження було встановлення особливостей фенології та шкідливості південноамериканської томатної молі (*Tuta absoluta* Meyr.) у відкритому ґрунті

Виявлення та обліки шкідника проводили за допомогою феромонних пасток і візуального огляду рослин-господарів за інструментами для вивчення сезонних коливань чисельності та щільності шкідників і багаторічної динаміки популяції [3].

Пастки розвішували на 1,5 м заввишки, на відстані 20–30 м у центральній частині досліджуваної зони (відкрите поле або захищена культура).

Виловлених дорослих особин підраховували та видаляли щотижня, пастки замінювали кожні 4–5 тижнів. Щоденні температури та відносна вологість реєструвалися термогігрометром. Заселеність томатною мілью *Tuta absoluta* Meyr. спостерігали на томатах, а також на пасліні чорному *S. Nigrum* і у інших рослинах-господарях у відкритому ґрунті. Оцінювали проби з 100 листків і 200 рандомно відібраних томатів.

Інвазію томатної молі спостерігали на пасльоні чорному *S. nigrum* з тижневими або двотижневими інтервалами протягом усього періоду дослідження на зразку з 100 листків, зібраних з рослин, що оточують ділянки томатів і картоплі. Для визначення самиць томатної молі *Tuta absoluta* Meyr., які відклали яйця в агроценозах овочевої сівозміни проводили спостереження за сезонною динамікою льоту фітофага. Відбір зразків яєць на серединних листках характеризував їх щільність, оскільки оптимальним місцем відкладання підтверджені верхівкові листки [26]. Розміри вибірки залежали від розміру ділянок та періоду вегетації.

У ранні післяпересадкові періоди спостереження не проводили, так як відмічалася низька щільність шкідників.

Оцінка кількості поколінь. Кількість поколінь, південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meur. в культурах і у відкритому ґрунті, оцінювали за структурою розвитку стадій і моделлю градус-день, а також особливостями заселення сортів томатів у базових господарствах Херсонської та Миколаївської областей.

Личинковий вік оцінювали шляхом вимірювання ширини головної капсули личинок, подібно до багатьох інших видів лускокрилих [15] шляхом співставленням ширини головної капсули кожної личинки із довжиною личинки. Для цього 100 личинок зібраних у теплиці протягом зимово-літнього сезону вегетації томатів, які зберігали в 70 % етанолі. Ширину головної капсули визначали під мікроскопом за допомогою окулярного мікрометра, а довжину личинок вимірювали штангенциркулем з точністю до 0,5 мм. Зв'язок між шириною головної капсули та довжиною личинок південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meur. досліджували за допомогою відповідних показників формування личинок у варіантах дослідів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У 2019–2022 рр кількість самців, що мігрували на феромонні пастки становила в середньому 290–450 самців/пастку/тиждень, коливаючись від 25 до 210 і постійно зростала до серпня. Активне заселення у часовому просторі 15 хв з живими личинками/лист відмічено на ранньостиглих сортах.

За сприятливих ранньовесняних погодних умов загальна кількість живих личинок зростала, що свідчить і про шкідливість виду. Заселення томатів спостерігалось з травня із пошкодженням листя та плодів на загальній досліджуваній площі із поярусним розподілом фітофага та порівняно високим ступенем пошкодження томатів.

Заслужують особливої уваги уточненні показники формування першого і другого покоління південноамериканської томатної молі, яка привалювала у структурі ентомокомплексу томатів і вірогідно впливала на урожай і його якість.

Динаміка популяції, структура та природний паразитизм у культурах відкритого ґрунту, що досліджено із застосуванням пасток з феромонними принадами свідчить про важливість сезонного контролю самців томатної молі *Tuta absoluta* Meur. протягом року за загальноприйнятих технологій вирощування томатів із високоефективними карантинними заходами. Ці особливості необхідно визначати із оцінкою фенології та синхронності розмноження еміграції фітофага у часі та просторі, що підтверджено і іншими дослідниками (рис. 1).

Так, і динаміку чисельності томатної молі *Tuta absoluta* Meur. на картоплі, що спостерігали в окремих регіонах інші дослідники підтверджує важливість урахування фенології фітофага як основи своєчасних та якісних карантинних заходів за трофічними ланцюгами шкідника. Характерно, що коливання щільності заселення листя спостерігається протягом останніх сезонів вирощування томатів і картоплі (0,13 і 0,06 хв з живими личинками/лист у 2019–2020 та 2020–2021 роках відповідно).

У 2022 році особливість біології південноамериканської томатної молі супроводжувалася порівняно високою чисельністю шкідника, що доцільно ураховувати за усіх форм ведення господарств і застосування карантинних заходів на томатах та інших культурах.

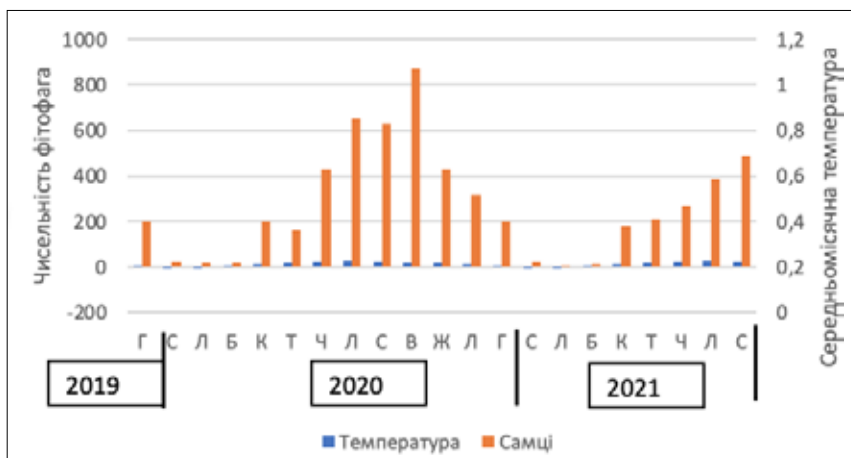


Рис. 1. Синхронність розмноження фітофага із середньодобовою температурою (ліва вісь у) за міграції самців томатної молі *Tuta absoluta* Meyr. в пакткі з феромонними наживками (права вісь у)

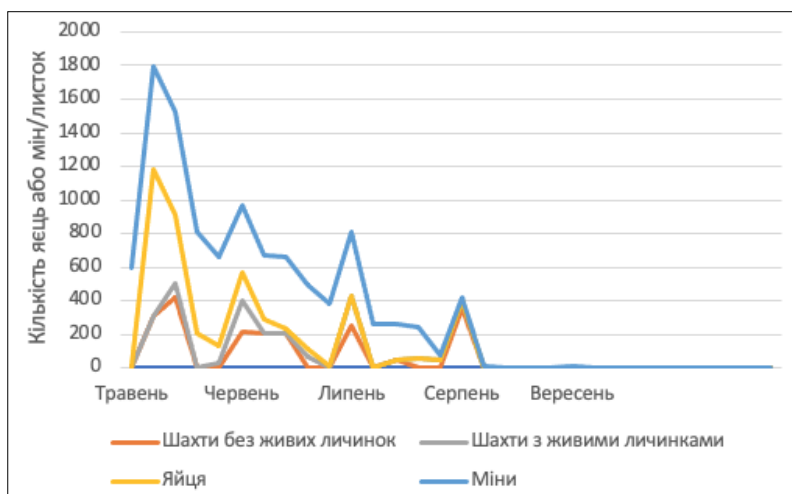


Рис. 2. Щільність на листях томатів яєць молі *Tuta absoluta* Meyr., з живими личинками та без них (ліворуч на осі ординат) (праворуч на осі ординат) (в середньому за 2019–2020 рр. та 2020–2021 рр.)

При цьому активність паразитів (до 21,3 %) спостерігалася в агроценозах овочевих сівозмін зокрема, у весняно-літній період формування структури ентомокомплексу томатів.

Так у врожаї томатів, вирощених у відкритому ґрунті, чисельність самців томатної молі *Tuta absoluta* Meyr. збільшувалися в міру культивування, із порівняно високою чисельністю в середині серпня як фітофага, так і комах паразитів

При цьому яйцекладка на листках томатів зросли до 3 яєць/листок, а заселення листя личинками зросло протягом вегетаційного сезону томатів із загальною щільністю 3,82 мін/лист (рис. 3). При зборі врожаю в середині серпня понад 40 % плодів були пошкоджені із личинковими отворами, що підтверджується і іншими дослідниками.

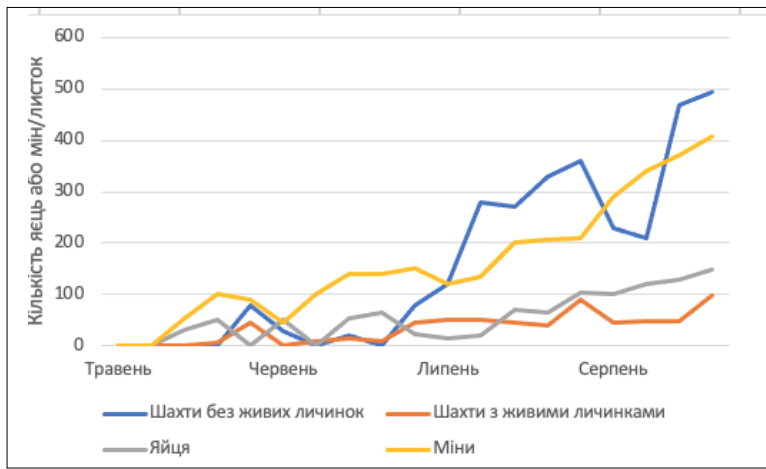


Рис. 3. Щільність на листях яєць томатної молі *Tuta absoluta* Meyr., міни з живими личинками та без них (ліва вісь у) і захоплення самців у феромонні пастки (права вісь у) у відкритому ґрунті для обробки томатів у 2021 році 7,4 %.

Характерно, що при вирощуванні томатів у відкритому ґрунті спостереження нагальним є вікова структура томатної молі *Tuta absoluta* Meyr. яка включає основні стадії розвитку фітофага (рис. 4). Так перше покоління формувалося в середині квітня після висадки розсади томатів. Яйцекладки другого покоління відмічені на початку червня, а висока щільність третього і четвертого віку – наприкінці червня. Третє і четверте покоління, які розвивалися в липні-серпні не були чітко розрізнені. Активність шкідників південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meyr. у відкритому ґрунті виявилася низькою у травні-червні на ранньостиглих сортах томатів внаслідок застосувань інсектицидів та пониження температури повітря. Це підтверджено і даними інших дослідників.

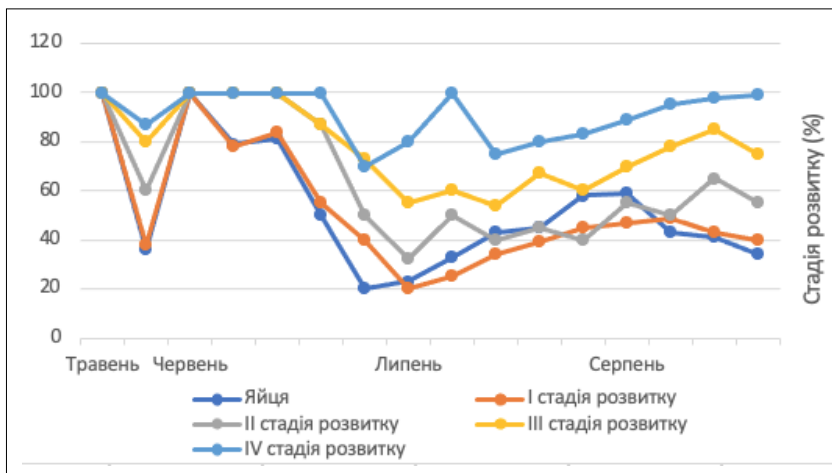


Рис. 4. Структура стадії розвитку личинок *Tuta absoluta* на листках томатів у відкритому ґрунті за весняно-літній вегетаційний період

Заслуговує на увагу фенологія і високоефективний моніторинг популяції томатної молі *Tuta absoluta* Meyr. у резерваціях зокрема після збирання урожаю томатів де, личинки і лялечки виявляли протягом усього періоду спостережень у порівняно високій щільності.

Спостереження за активністю хижих видів членистоногих вказують на присутність окремих видів при низькій щільності їх популяції.

Характерною особливістю формувань популяцій фітофага та інших шкідників є їх коливання чисельності на початку вегетаційного періоду та міграція яйцекладних самиць із сусідніх заселених угідь, що впливало на структуру ентомокомплексу в цілому. Це впливало на життєздатність популяцій і урожайність сортів томатів та якість отриманих плодів.

Висновки і пропозиції. У південних областях України томати щорічно заселяються південноамериканською томатною мілью із високою втратою врожаю (до 34 %). Вікова структура фітофага формується за піками поколінь, а міграція самиць із навколишніх територій проявляється за етапами органогенезом томатів, що впливає на період яйцекладки.

Якість корму визначає особливості розвитку і потенційну кількість щорічних поколінь, що доцільно враховувати у сучасних карантинних заходах контролю південноамериканської томатної молі за усіх форм ведення господарств.

За сучасних технологій вирощування томатів та інших пасльонових культур необхідно здійснювати моніторинг південноамериканської томатної молі і прогнозувати чисельність та шкідливість на основі особливостей біології та екології, а також трофічних ланцюгів за статистичною інформацією розмноження і поширення та карантинних заходів контролю контролю фітофага в Україні.

Метою таких заходів є забезпечення збалансованого та ефективного контролю над популяцією південноамериканської томатної молі, зменшення її впливу на врожай томатів і збереження стабільності сільськогосподарського виробництва. Розробка і впровадження інтегрованих методів управління шкідниками, зокрема використання біологічних інсектицидів та моніторингових систем, сприятимуть досягненню цих цілей і допоможуть зберегти екологічну стійкість агроєкосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сорока М. О., Котун І. М., Чорна І. С. Дослідження динаміки популяції *Tuta absoluta* Meyr. в захищених культурах томатів на території Закарпаття. *Біологія, ветеринарна медицина та агрономія*. 2016. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bvnpau_2016_3_35 (дата звернення: 20.07.2023).
2. Гордієнко О. В., Лагерсва М. В. Сезонна динаміка популяції південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meyr. в захищених культурах томатів на території Полтавської області. *Плодівництво та овочівництво*. 2016. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ptu_2016_4_6 (дата звернення: 18.07.2023).
3. Рудько О. О., Люлько В. І., Корнієнко Н. Є. Оцінка впливу кліматичних умов на поширення та динаміку популяції *Tuta absoluta* Meyr. в залежності від технології вирощування томатів. *Біологія, хімія, наука*. 2019. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bhnpau_2019_3_3 (дата звернення: 20.07.2023).
4. Герасименко О. Ю., Ткачук Ю. В., Макогон О. В. Сезонна фенологія та біологія південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meyr. в захищених культурах томатів на території Херсонської області. *Вісник Чорноморського національного університету імені Петра Могили. Сільське господарство*. 2016. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcndau_agr_2016_1_6 (дата звернення: 21.07.2023).
5. Abbes K., Biondi A., Zappalà L., Chermiti B. Fortuitous parasitoids of the invasive tomato leafminer *Tuta absoluta* in Tunisia. *Phytoparasitica*. 2014. P. 85–92.

6. Allache F., Houhou M. A., Osmane I., Naili L., Demnati F.. Suivi de l'évolution de la population de *Tuta absoluta* Meyrick (Gelechiidae), un nouveau ravageur de la tomate sous serre à Biskra (sud-est d'Algérie). *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*. 2012. P. 149–155.
7. Biondi A., Mommaerts V., Smagghe G., Vinuela E., Zappalà L., Desneux N. The non-target impact of spinosyns on beneficial arthropods. *Pest Management Science*, 2012. P. 1523–1536.
8. Biondi A., Desneux N., Siscaro G., Zappalà L.. Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. *Chemosphere*. 2012. P. 803–812.
9. Biondi A., Chailleux A., Lambion J., Han P., Zappalà L., & Desneux N. Indigenous natural enemies attacking *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Southern France. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 2013. P. 117–121.
10. Biondi A., Desneux N., Amiens-Desneux E., Siscaro G., Zappalà L. Biology and developmental strategies of the palaeartic parasitoid *Bracon nigricans* (Hymenoptera: Braconidae) on the neotropical moth *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*. 2013. P. 1638–1647.
11. Biondi A., Zappalà L., Stark J. D., & Desneux N. Do biopesticides affect the demographic traits of a parasitoid wasp and its biocontrol services through sublethal effects? *PloS One*. 2013.
12. Bentancourt C. M., Scatoni I. B., & Rodríguez J. J. Influencia de la temperatura sobre la reproducción y el desarrollo de *Scrobipalpuloides absoluta*. *Revista Brasileira de Biologia*. 1996. P. 661–670.
13. Cocco A., Deliperi S., & Delrio G. Control of *Tuta absoluta* in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. *Journal of Applied Entomology*. 2013. P. 16–28.
14. Cocco A., Serra G., Lentini A., Deliperi S., & Delrio G. Spatial distribution and sequential sampling plans for *Tuta absoluta* in greenhouse tomato crops. *Pest Management Science*. 2015. P. 1311–1323.
15. Caltagirone L. E., Getz W., & Meals D. W. Head capsule width as an index of age in larvae of navel orangeworm, *Amyelois transitella*. *Environmental Entomology*. 1983. P. 219–221.
16. Cassino P. R., Perusso J. C., Rego L. M., Sampaio H. N. Proposta metodológica de monitoramento de pragas em tomateiro estaqueado. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 1995. P. 279–285.
17. Cuthbertson A. G. S., Mathers J. J., Blackburn L. F., Korycinska A., Luo, W., Jacobson R. J., Northing P. Population development of *Tuta absoluta* under simulated UK glasshouse conditions. *Insects*. 2013. P. 185–197.
18. Gergovska N, Mircheva T, Ilieva Z, Ruseva R. Integrated management of *Tuta absoluta* in greenhouse tomatoes in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019.
19. Martínez-Villar E, Inmaculada Sánchez-González M, Cabello T, Gómez-Ruiz JA, Campos M. Identification of tomato cultivars with resistance to *Tuta absoluta* Meyrick using plant volatile organic compounds analysis. *Pest Management Science*. 2019.
20. Muñoz M, Sarmiento-Ponce LA, Leyva J, Fuentes S, Ortiz E. Seasonal dynamics and natural biological control of *Tuta absoluta* in open-field tomatoes in central Mexico. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2019.
21. Tavella L., Brévault T., Guedes R. N. C., Desneux N. Spotlight on the spotted tomato borer *Tuta absoluta*: a catastrophic threat to tomato crops in the Americas and Europe. *Journal of Pest Science*. 2012.
22. Zappalà L., Biondi A., Alma .A, Al-Jboory I. J., Arnò J., Bayram A. et al. Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. *Journal of Pest Science*. 2013.

23. Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K. A. Biological invasion through herbivore-induced plant invasiveness: the role of proteinase inhibitors. *Molecular Ecology*. 2010.
24. Delrio G., Cocco A., & Deliperi S. Prospettive e limiti dell'impiego di feromoni sessuali per la lotta contro la tignola del pomodoro. *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*. 2012. P. 103–109.
25. Faria C. A., Wackers F. L., Pritchard J. Aphid host range and non-host range plant volatiles. *Entomologia experimentalis et applicata*. 2007. P. 225–233.
26. Haji F. N. P., Oliveira C. A. V., Amorim Neto M. S., Batista J. G. S. Flutuação populacional da traça do tomateiro no Submédio São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 1988. P. 7–14.
27. Guedes R. N. C., Smagghe G., Stark J. D., Desneux N. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annual review of entomology*. 2016. P. 43–62.
28. Guerrieri E., Poppy G. M., Powell W., Rao R., & Pennacchio F. Plant-to-plant communication within intact plants of *Cucumis sativus* L. *Plant. Cell & Environment*. 2002. P. 441–450.
29. Lietti M. M., Botto E. N., Alzogaray R. A. Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Neotropical Entomology*. 2005. P. 113–119.

УДК 633.854.78:632.91:004.94

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.4>

СПЕЦИФІКА БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ КОНДИТЕРСЬКОГО СОНЯШНИКУ

Гармашов В.В. – д.с.-г.н., с.н.с.,

старший науковий співробітник науково-дослідного відділу автоматизації,
приладобудування та експериментальної техніки,
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»
Національної академії аграрних наук України

Ходорчук В.Я. – виконуючий обов'язки директора,
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»
Національної академії аграрних наук України

Чернова І.С. – к.т.н.,

провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу автоматизації,
приладобудування та експериментальної техніки,
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»
Національної академії аграрних наук України

Щербаків В.Я. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри польових і овочевих культур,
Одеський національний аграрний університет

Аверчев О.В. – д.с.-г.н., професор, заслужений діяч науки і техніки,
професор кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті науково обґрунтовано актуальність вирощування екологічно чистого кондитерського соняшнику та доцільність використання біологічних препаратів.

*Мета досліджень – визначення особливостей вирощування екологічно чистого кондитерського соняшнику. Вивчено кліматичні умови Степової зони України як одну зі складових вирощування кондитерського соняшнику: є можливість забезпечення біологічної потреби рослин у теплових ресурсах у період посів – повна стиглість для сортів і гібридів від скоростиглої до пізньостиглої груп стиглості. У технології вирощування соняшнику некеріваність потоками ринку його насіння призводить до підвищення інфікованості насіння, перерозподілу пріоритетів у видовому складі насінневої мікрофлори та безперешкодному поширенню збудників хвороб на посівах кондитерського соняшнику. Посів необхідно проводити тільки протруєним насіннєвим матеріалом, на основі результатів фітоекспертизи насіння. В останні роки створено високопродуктивні сорти і, особливо, гібриди кондитерського соняшнику, які в силу гомозиготності не мають комплексної стійкості до різних захворювань, гірше пристосовані до хімічного захисту. Тому для них, як показали наші п'ятирічні дослідження, особливо важливим та необхідним є використання препаратів на основі активних штамів грибів-антагоністів роду *Trichoderma*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium* та ін. Вони здатні пригнічувати розвиток широкого спектру фітопатогенних грибів та синтезувати фізіологічно активні метаболіти. Дослідженнями встановлено, що під їх впливом інфекційний фон у посівах цієї культури зменшувався на 40–70 % та у чотирьох з п'яти років був на рівні, який склався при використанні таких загальновідомих хімічних фунгіцидів як Екстра, СК, Хорус ВДГ, Танос та Піктор. Акцентовано увагу на застосування препарату біологічного походження Хеладіт органік від комплексу збудників хвороб – вірусних, бактеріальних та грибних. У складі цього препарату крім мікроелементів, коректорів імунітету, є йод і комплекс амінокислот. Термін дії обробки Хеладітом становить 25–30 днів. Присутність цього препарату у складі протруйника стимулює процеси проростання насіння, формування імунітету рослин та сприяє підвищенню врожайності до 1,5–2 ц/га. Запропоновано онтологію вирощування екологічно чистого соняшнику як основу розроблення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень в управлінні його виробництвом.*

Ключові слова: біологічні препарати, екологія, вирощування, управління, онтологія.

Garmashov V.V., Khodorchuk V.Ya., Chernova I.S., Shcherbakov V.Ya., Averchev O.V.
Specifics of biological protection of confectionery sunflower

*The article scientifically substantiates the relevance of growing ecologically clean confectionary sunflower and the expediency of using biological preparations. The purpose of the research is to determine the features of growing ecologically clean confectionary sunflower. The climatic conditions of the Steppe zone of Ukraine were studied as one of the components of the cultivation of confectionary sunflower: there is a possibility of ensuring the biological needs of plants in thermal resources during the sowing period – full maturity for varieties and hybrids from early to late maturity groups. In sunflower cultivation technology, the uncontrollable market flow of its seeds leads to an increase in seed contamination, a redistribution of priorities of the species composition of seed micro flora, and the unhindered spread of pathogens on confectionary sunflower crops. Sowing should be carried out only with poisoned seed material, according to the results of phytoexpertise of the seeds. In recent years, high-yielding varieties and, especially, hybrids of confectionary sunflower have been created, which, due to homozygosity, do not have complex resistance to various diseases, and are less adapted to chemical protection. Therefore, as our five-year research has shown, it is especially important and necessary for them to use preparations based on active strains of antagonistic fungi of the genus *Trichoderma*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium*, etc. They are able to suppress the development of a wide range of phytopathogenic fungi and synthesize physiologically active metabolites. Research established that under their influence, the infectious background in the crops of this culture decreased by 40–70 % and in four out of five years it was at the level that occurred when using such well-known chemical fungicides as Extra, SK, Horus VDG, Thanos and Pictor. Attention is focused on the use of the drug of biological origin Helafit organic, which protects plants from a complex of pathogens – viral, bacterial and fungal. In addition to trace elements, immune correctors, this drug contains iodine and a complex of amino acids. The validity period of Helafit processing is 25–30 days. The presence of this drug in the composition of the poison stimulates the processes of seed germination, the formation of plant immunity and helps to increase the yield to 1.5–2 c/ha. The ontology of the cultivation of ecologically clean sunflower is proposed as the basis for the development of an intelligent decision support system in the management of its production.*

Key words: biological preparations, ecology, cultivation, management, ontology.

Постановка проблеми. Історія соняшнику сягає своїм корінням у третє тисячоліття до нашої ери. На той час ця культура вирощувалась північноамериканськими індіанцями. Насіння її використовували в їжу, виготовляли олію, використовували як ліки, виробляли барвники. До Європи соняшник потрапив у 1510 році. Спершу їм прикрашали клумби. Пізніше із диких видів селекціонери отримали великоплідний сорт. У 1716 році в Англії було зареєстровано патент на отримання соняшnikової олії.

Соняшник (*Helianthus annuus L.*) входить до трійки найбільш значущих олійних культур рослин у світі (поряд із соєю та ріпаком) і одна з двох найбільш олійних культур в Європейському Союзі разом із ріпаком (United States Department of Agriculture – USDA, 2017) [1]. Україна є одним із основних світових виробників насіння та продуктів переробки соняшнику [2].

Нині соняшник в Україні є високоліквідною культурою, вирощування якої забезпечує господарствам отримання високого й сталого прибутку. На ринку України існує стабільний попит як на обрушені, так і на цілі сім'янки великоплідного соняшнику [3].

В останні роки в Україні актуалізація нарощування обсягів виробництва кондитерського насіння соняшнику переростає в необхідність, що обумовлено не лише його біологічною цінністю, а й мізерним раціоном харчування населення в Україні та й бідним і не збалансованим раціоном прилеглих держав, включаючи країни Євросоюзу. Якщо в даний час його частка в структурі посівних площ коливається близько 4 % [4], то найближчими роками вона може збільшитися до 5 % і навіть більше.

Кондитерський соняшник привертає увагу споживачів завдяки смаковим і харчовим властивостям, які зумовлені цінним жирнокислотним складом олії, високим умістом вітамінів, мінералів і рослинного білка [5]. Соняшник кондитерського гатунку є представником крупнонасіневої форми цієї олійної культури. Основна частина кондитерського соняшнику експортується у країни Євросоюзу для використання в кондитерських виробках [6]. Технологія виробництва кондитерського соняшнику вимагає максимального обмеження застосування пестицидів та інших речовин, які, акумулюючись у насінні, несприятливо позначаються на його біологічній цінності та смакових якостях. Кондитерський соняшник є «нишовою» культурою та нерідко його посіви розміщують у відносно невеликих фермерських господарствах, де він часто вирощується в монокультурі або зі значними порушеннями у чергуванні попередніх культур. Це спричиняє ще більше пестицидне навантаження. Кондитерський соняшник безпосередньо вживається в їжу, тому виключно важливим є екологічна чистота сім'янки, що не допускає перевищення максимально допустимого рівня шкідливих речовин [7]. Підготування або перероблення кондитерського соняшнику, який вживається в їжу, характеризується відносно низьким технологічним рівнем. Значна його частина безпосередньо використовується в харчуванні після неглибокого прожарювання у кондитерських виробках, а також у вигляді гризового насіння. Ця умова особливо актуалізує значення екологічно чистої сировини. Більше того, на ринку дуже рідко зустрічається офіційно зареєстрована продукція кондитерського соняшника з екологічно чистою сировини. Саме ці умови спричиняють актуальність та комерційний успіх вирощування цієї культури, а також збільшення його площ, використовуючи при цьому біологічні засоби захисту, зокрема, біологічні препарати, що є однією із задач реалізації органічного землеробства [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На відміну від хімічних засобів захисту, біофунгіциди не мають негативної післядії, оскільки їх біоагенти

є складовою природної мікрофлори ґрунту [9]. Відомі дослідження щодо впливу біологічних препаратів на продуктивність соняшнику, зокрема:

– за обробки насіння соняшнику біопрепаратом МікоФренд в нормі витрати 6 л/т врожайність насіння соняшнику була вищою на 0,24–0,3 т/га ніж на контрольних ділянках [10];

– застосування біодобрива Байкал ЕМ-1 при вирощуванні соняшнику в зоні південного Степу України з нормою 20 л/га за два тижні до сівби призвело до збільшення його врожайності на 0,4–0,5 т/га [11];

– використання комплексу біофунгіцидів (Фітодоктор + Триходермін) має важливу роль в прирості врожайності соняшнику та сприяло захисту його рослин від листостеблових хвороб [12].

Постановка завдання. Мета статті – визначення особливостей вирощування екологічно чистого кондитерського соняшнику. Методи досліджень – аналітичний, структурного синтезу, польового досліду, експериментальний.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зміни клімату та коливання погодних умов зворотно віддзеркалюються на виробництві сільськогосподарської продукції та ринковій кон'юнктурі [8]. Клімат Степової зони України цілком відповідає вирощуванню кондитерського соняшнику. Саме з цієї причини енергетичні витрати на адаптаційні та переадаптаційні процеси у кондитерського соняшнику є мінімальними, що забезпечує високі ймовірні показники мінімізації зменшення врожаю. Виходячи з цього, кліматичні умови Степової та навіть Лісостепової зони дають можливість забезпечити біологічну потребу рослин кондитерського соняшнику у теплових ресурсах у період посів – повна стиглість для сортів і гібридів від скоростиглої до пізньостиглої груп стиглості. Разом з тим, погодні умови конкретного року є важливим фактором, який модифікує продукційні процеси та у комплексі з іншими агротехнічними прийомами значно впливають на поширеність та розвиток хвороб, чисельність шкідників та їх шкідливість на посівах соняшнику.

Степова зона України відноситься до регіону з підвищеною активністю шкідливих об'єктів при великій різноманітності їх видів (більше 130). Це зумовлено не тільки багаточисельністю видів диких рослин, але й значною відмінністю ґрунтових умов на невеликій території поля або господарства [13]. М'яка та нетривала зима, широка мережа лісозахисних насаджень, природних лісів сприяють задовільному збереженню шкідників та збудників хвороб, у тому числі кондитерського соняшнику. Посіви цієї культури фітосанітарно є більш вразливими через необґрунтовано вузьку спеціалізацію, відмову від сівозмін; широке вирощування генетично однорідних сортів та гібридів сільськогосподарських рослин. При цьому дуже висока частка олійних культур з перевагою соняшнику. Така концентрація посівів привертає до частих спалахів популяцій шкідливих комах та епіфітотійному розвитку хвороб. Часто мінлива погода посилює ці процеси. Ці причини потребують використання біологічного методу захисту рослин.

Важливо і зростання інтересу громадськості не тільки до охорони навколишнього середовища та об'єктивна оцінка екологічних наслідків застосування пестицидів, але головним чином гострий дефіцит продукції кондитерського соняшнику з екологічно чистої сировини.

У технології вирощування соняшнику некерованість потоками ринку його насіння призводить до підвищення інфікованості насіння, перерозподілу пріоритетів у видовому складі насінневої мікрофлори та безперешкодному поширенню збудників хвороб на посівах кондитерського соняшнику. У зв'язку з цим посів необхідно проводити тільки протруєним насіннєвим матеріалом, на основі

результатів фітоекспертизи насіння – цей захід дозволяє запобігти первинному інфікуванню. Однак одним протруюванням насіння часто не обійтися. Насіннєвий матеріал соняшнику надходить у господарства вже обробленим проти шкідників та хвороб, але не завжди ця обробка відповідає встановленим стандартам, що підтверджується розвитком хвороб та, особливо, ушкодженнями шкідниками на ранніх стадіях розвитку.

На підставі наших багаторічних досліджень хвороб сільськогосподарських культур, у тому числі кондитерського соняшнику, визначено, що формування патогенної флори рослин пов'язано з мінливістю мікроорганізмів. Внаслідок зміни їхньої вірулентності виникають нові форми прояву вже відомих хвороб. Встановлено, що найбільш широкого практичного використання серед антагоністів набули гриби із родів *Trichoderma*, *Trichothecium*, променисті гриби (*Actinomyces sp.*), бактерії (*Pseudomonas aurefaciens*, *Bacillus subtilis* та ін.) та продукти їх життєдіяльності.

В останні роки створено високопродуктивні сорти і, особливо, гібриди кондитерського соняшнику, які в силу гомозиготності не мають комплексної стійкості до різних захворювань, гірше пристосовані до хімічного захисту. Тому для них, як показали наші п'ятирічні дослідження, особливо важливим та необхідним є використання препаратів на основі активних штамів грибів-антагоністів роду *Trichoderma*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium* та ін. Вони здатні пригнічувати розвиток широкого спектру фітопатогенних грибів та синтезувати фізіологічно активні метаболіти. Дослідженнями встановлено, що під їх впливом інфекційний фон у посівах цієї культури зменшувався на 40–70 % та у чотирьох з п'яти років був на рівні, який склався при використанні таких загальновідомих хімічних фунгіцидів як Екстра, СК, Хорус ВДГ, Танос та Піктор.

Не менш обнадійливі та стабільніші результати отримано при застосуванні лінійки препаратів торгової марки Хелафіт і особливо Хелафіт органік, який з огляду на свою багатоконпонентність контролює значний спектр імуностимулюючих процесів, що забезпечує комплексну стійкість і до хвороб [14]. Препарат Хелафіт органік сертифіковано в органічному землеробстві (сертифікат «Органік Стандарт» № 15-3012-01) як добриво, фунгіцид та стимулятор росту [15]. Він захищає рослини від комплексу збудників хвороб – вірусних, бактеріальних та грибних. У складі цього препарату крім мікроелементів, коректорів імунітету, є йод і комплекс амінокислот. Термін дії обробки Хелафітом становить 25–30 днів. При звичайному фунгіцидному обробленні – 14 днів. При цьому дозу фунгіцидів можна зменшити на 30–50 %. Ефективність цього препарату у порівнянні з мікробіологічними три роки з п'яти до була вище, а два роки була на одному рівні. Більш того, у ці два роки інфекційний фон був достатньо низьким. Таким чином, використання препаратів лінійки Хелафіт є економічно, та екологічно обґрунтованим. Більш того, при вегетаційних обробках крупність насіння зростала на 7–9 %, що є особливим для кондитерського соняшника. Спостерігається поліпшення якості вирощеної сільськогосподарської продукції та підвищення загального обсягу врожаю. Здійснюється зміцнення імунітету рослин, з метою підтримання стійкості несприятливим факторам, таким як посухи або хвороби [16].

Дослідженнями встановлено, що присутність препарату Хелафіт органік у складі протруйника стимулює процеси проростання насіння, формування імунітету рослин та сприяє підвищенню врожайності до 1,5–2 ц/га. Проте у складі робочої рідини необхідно додатково посилити триходермою та бацилярними препаратами (на основі штаму D-24) для придушення бактеріальної,

грибної та вірусної інфекції на соняшнику. Разом з тим, використання препаратів Хелафіт насіння та Хелафіт комбі має деякі переваги у порівнянні з препаратом Хелафіт органік, але ці препарати рекомендовані для звичайного землеробства.

Важливим аспектом підвищення ефективності отримання екологічно чистого кондитерського соняшнику є управління його вирощуванням, використовуючи при цьому інтелектуальні інформаційні технології на основі онтологій, створюючи при цьому базу знань із застосуванням досвіду фахівців та сучасних програмних засобів для підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності. Відомі дослідження щодо управління знаннями експертів, здатних надати вказівки для діагностики та профілактики комах-шкідників, зокрема, базована на онтології система підтримки прийняття рішень для боротьби з комахами-шкідниками цукрової тростини, рису, сої та какао [17].

Так, онтологію вирощування екологічно чистого соняшнику OVS представлено у вигляді [18]:

$$OVS = \langle A, B, C \rangle, \quad (1)$$

де A – скінченна непорожня множина концептів предметної галузі (агробіоценоз, ґрунтово-кліматичні умови, хвороби, шкідники, біологічні препарати та кількість обробок препаратами); B – скінченна множина співвідношень між концептами; C – скінченна множина функцій інтерпретації, визначених на множині концептів та/або співвідношень онтології предметної галузі.

Висновки і пропозиції. Визначено, що:

- кліматичні умови Степової зони України відповідають формуванню повноцінних врожаїв кондитерського соняшнику;
- збільшення виробництва кондитерського соняшнику є доцільним як для внутрішнього ринку, так і для експорту;
- вирощування екологічно чистого кондитерського соняшнику необхідно проводити із використанням біологічних препаратів;
- використання препаратів торгової марки Хелафіт (Хелафіт органік та Хелафіт насіння) забезпечує найбільш ефективне збільшення продукційних процесів та стабілізацію імунітету цієї культури.

Перспективами подальших досліджень є розроблення нових прийомів збільшення продуктивності та імунітету агробіоценозів кондитерського соняшнику та розроблення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень на основі онтологій, що інтегрують знання про особливості вирощування у конкретному агробіоценозі, враховуючи кліматичні умови, аналіз ґрунту, наявність хвороб та шкідників, кількість обробок біологічними препаратами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Melnyk, A., Akuaku, J., Makarchuk, A. State and prospects of sunflower production in Ukraine. *Agro for International Journal*. 2017 № 2. 3. P. 116–123. URL: <https://doi.org/10.7251/AGRENG1703116M> (дата звернення: 09.06.2023).
2. Hladni, N., Miladinović, D. Confectionery sunflower breeding and supply chain in Eastern Europe. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2019 № 26. 29. 9. URL: <https://doi.org/10.1051/ocl/2019019> (дата звернення: 12.06.2023).
3. Леонова Н., Андрієнко В. Соняшник для кондитерської галузі: нові перспективи. *Агробізнес Сьогодні*. 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/18863-soniashnyk-dlia-kondyterskoi-haluzi-novi-perspektyvy.html> (дата звернення: 07.06.2023).

4. Pilorgé, E. Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities, and perspectives. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2020. № 27. 34. 1–11. URL: <https://doi.org/10.1051/ocf/2020028> (дата звернення: 12.06.2023).
5. Макляк К., Коркодола М. Агротехнічні заходи вирощування кондитерського соняшнику. *Агрономія сьогодні*. 2023. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/26877-ahrotekhnichni-zakhody-vyroshchuvannia-kondyterskoho-soniashnyku.html> (дата звернення: 07.06.2023).
6. Перевалов Л. І., Фадєєв Л. В., Тимченко В. К., Д'яченко М. В. Технологічні аспекти одержання високоякісного ядра соняшнику для кондитерської промисловості. *Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ»*. 2020. № 5 (1359). С. 51–55. URL: <https://doi.org/10.20998/2220-4784>. 2020.05.08 (дата звернення: 07.06.2023).
7. ДСТУ 7011:2009. Соняшник. Технічні умови. [Чинний від 2010.01.01] Київ. Держспоживстандарт України. 2010. 11 с. (Інформація та документація).
8. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г., Лутковська С. М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні: монографія. Вінниця : ТОВ Твори, 2020. 478 с.
9. Комок М. Біологічні засоби для органічного виробництва. *Агрономія Сьогодні*. 30.01.2017. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/8793-biologichni-zasoby-dlia-orhanichnoho-vyrobnystva.html> (дата звернення: 08.06.2023).
10. Шкатула Ю.М. Вплив біологічних препаратів на продуктивність соняшнику. *The scientific heritage (Budapest, Hungary)*, 2020. № 44. Р. 17–23. URI: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/23801.pdf> (дата звернення: 08.06.2023).
11. Кохан А.В. Екологічно чиста технологія вирощування соняшнику. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН*. 2011. № 16. С. 108–111. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpiok_2011_16_21 (дата звернення: 08.06.2023).
12. Комок М. Як збільшити врожайність соняшнику, додавши в обробку біопрепарати. *Агродовідник*. 2020. URL: <https://enzim-agro.com/agrodirectory/yak-zbilshiti-vrozhajnist-sonyashnyku-dodavshi-v-obrobku-biopreparati/> (дата звернення: 23.07.2023).
13. Кохан А.В. Біодобрива в технології вирощування соняшнику. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України*. 2010. № 39. С. 121–123. URL: <https://institut-zerna.com/library/pdf39/35.pdf> (дата звернення: 23.07.2023).
14. Гармашов В., Ходорчук В., Баркар В. и др. Стресс, иммунитет и продуктивность растений. *Аграрний тиждень. Україна*. 2017. № 4 (318). С. 47–49. URL: <https://a7d.com.ua/plants/34850-stress-immunitet-i-produktivnost-rasteniy.html> (дата звернення: 08.07.2023).
15. Гавран І., Прокіпець С., Єзерковська Л. та ін. Перелік допоміжних продуктів та методів дозволених для використання в органічному виробництві з врахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу. Київ: ТОВ «Органік Стандарт», 2022. 172 с. URL: https://templates.organicstandard.ua/loads/Inspection%20and%20Certification/ru/Перечень_рус.pdf (дата звернення: 18.07.2023).
16. Аверчев О. В. , Нікітенко М. П. Біологічні методи боротьби з хворобами на посівах проса. *International scientific journal GRAIL OF SCIENCE*, № 1 (February, 2021) с. 176–179. URL: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68302605/Grail_of_Science_1_2021_198_782_PB_.pdf?1627229004=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D68302605.pdf&Expires=1690371759&Signature=dGH1JLLyC4iBysjZqACkhnL-e12EnSihEi~griEkpNvtErNb7I~KpG1IyKh6-NjaSmOB6Ly3c082YDT8YNYXsI8V5~13nFhYijCJ7mflbyDyVOpW3XqQzyaltsnwJeBH3D-QvvnvgDzhUGqGRQua1QjYIPqqmYfeoFmCU9ncNMbc9oyvgABDVnCwmJxGTOvk5jrQBSTQiP6bOQF4~SWOd6C70Jd9jBzQTmC3e4aA8~5nnrX5KTI0f3Z9xIfJV1jWa24KyL-JaRKBkDXhj4tUoSUC6ktZ1CgmmmmNZgkdC3iLLd8xVLVNbwdhIAzBn3PD7v0L8bgVAOTjaaGzQyOaoN0A_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=177 (дата звернення: 18.07.2023).

17. Lagos-Ortiz, K., Medina-Moreira, J., Morán-Castro, C. et al. An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. 4th International Conference, Guayaquil, Ecuador, November 6–9, 2018, URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1 (дата звернення: 18.07.2023).

18. Піднебесна Г. А. Онтології та їх значення для розвитку сучасних інформаційних технологій. *Індуктивне моделювання складних систем*. Збірник наукових праць. Київ : МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2017. Вип. 9. С. 174–187. URI: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/133651> (дата звернення: 23.07.2023).

UDC 631.453

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.5>

SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS AND REMEDIATION MEASURES

Gutsol G.V. – Candidate of Agricultural Sciences,

Senior Lecturer at the Department of Ecology and Protectionenvironment,

Vinnitsia National Agrarian University

Mazur O.V. – Assistant at the Department of Ecology and Protectionenvironment,

Vinnitsia National Agrarian University

Analysis of soil contamination with heavy metals showed that the concentration was lead – 2.52 mg/kg, cadmium – 0.22, zinc and copper – 3.53 mg/kg in the field crop rotation, forest plantations – 1.20 mg/kg, 0.12, 4.30 and 2.27 mg/kg, respectively. The use of organic fertilizers reduces lead honey by 1.11 times in soil, cadmium by 2.75, zinc by 1.42 and copper by 1.42 times, respectively. The use of microfertilizers reduced the intensity of contamination of melliferous with heavy metals, namely, lead – by 2.31 times, cadmium – by 11 times, zinc – 1.42 and copper – by 1.25 times. The intensity of soil contamination was reduced by the introduction of lead residue – by 3.2 times, cadmium – by 2.75 times, zinc – by 1.25 and copper – by 1.42 times. It is also necessary to note a decrease in the intensity of soil contamination of agricultural honey plants by heavy metals for the use of siderates, in particular lead – by 3.15 times, cadmium, zinc, copper, 2.44, 2.9 and 1.8 times compared to similar indicators on soils without fertilizer.

The use of green manure resulted in a 3.15, 2.44, 2.9 and 1.8-fold reduction in the intensity of soil pollution of agricultural land with lead, cadmium, zinc and copper compared to the same indicators on soils without fertilisation.

When using manure, the efficiency of lead reduction was 2.8 times lower compared to organic fertilisers, 1.4 times lower for microfertilisers, and 1.03 times lower for green manure. When using microfertilisers, the effectiveness of cadmium reduction was 4 times lower compared to the use of organic fertilisers and manure, and the use of green manure was 4.5 times lower.

The effectiveness of zinc reduction in the soil with the use of green manure was 2.3 times lower compared to the use of manure, microfertilisers and organic fertilisers, and the effectiveness of copper reduction with the use of green manure was 1.2 times lower compared to the application of manure and organic fertilisers, and 1.4 times lower compared to the use of microfertilisers.

Key words: soil, heavy metals, lead, zinc, copper, cadmium, humus, monitoring, pollution, concentration, All-Ukrainian Scientific and Educational Consortium.

Гуцол Г.В., Мазур О.В. Забруднення ґрунтів важкими металами та ремедіаційні заходи

Аналіз забруднення ґрунту важкими металами показав, що концентрація свинцю становила 2,52 мг/кг, кадмію – 0,22, цинку та міді – 3,53 мг/кг та 1,20 мг/кг відповідно. Внесення органічних добрив та мікропрепаратів сприяє зниженню вмісту важких металів у ґрунтах сільськогосподарських угідь. Застосування органічних добрив знижує вміст

свинцю в ґрунті медоносних угідь в 1,11 рази, кадмію – в 2,75, цинку – в 1,42 і міді – в 1,42 рази відповідно. Застосування мікродобрив знизило інтенсивність забруднення медоносних угідь важкими металами, а саме свинцем – у 2,31 рази, кадмієм – в 11 разів, цинком – 1,42 та міддю – в 1,25 рази. Також слід відмітити зниження інтенсивності забруднення ґрунту сільськогосподарських медоносів важкими металами за використання сидератів, зокрема свинцем – у 3,15 рази, кадмієм, цинком, міддю – у 2,44, 2,9 та 1,8 рази порівняно з аналогічними показниками на ґрунтах без добрив.

Застосування сидератів призвело до зниження інтенсивності забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь свинцем, кадмієм, цинком і міддю у 3,15, 2,44, 2,9 та 1,8 рази порівняно з такими ж показниками на ґрунтах без внесення добрив.

При застосуванні гною ефективність зниження вмісту свинцю була в 2,8 рази нижчою порівняно з органічними добривами, в 1,4 рази – з мікродобривами, в 1,03 рази – з сидератами. При застосуванні мікродобрив ефективність зниження кадмію була в 4 рази нижчою порівняно з використанням органічних добрив і гною, а використання сидератів – у 4,5 рази.

Ефективність зниження вмісту цинку в ґрунті при застосуванні сидератів була в 2,3 рази нижчою порівняно з використанням гною, мікродобрив та органічних добрив, а ефективність зниження вмісту міді при застосуванні сидератів – у 1,2 рази порівняно із застосуванням гною та органічних добрив, а порівняно з використанням мікродобрив – у 1,4 рази.

Ключові слова: ґрунт, важкі метали, свинець, цинк, мідь, кадмій, гумус, моніторинг, забруднення, концентрація.

Problem statement. The current state of soil is a matter of concern for the entire civilised world. Increasing areas of degraded soils and deterioration in their quality are forcing the global community to raise issues of soil protection and sustainable use at the highest political level. Soil is one of the most important environments subject to significant anthropogenic impact. The accumulation of toxic substances in the soil leads to their migration into plants and their products, and subsequently with food into the human body [1].

Heavy metals are one of the most toxic soil pollutants. They can enter the soil with mineral fertilisers, limestone materials, pesticides, vehicle exhaust gases, and industrial emissions. Therefore, a system for monitoring the state of the soil cover is an important task today [2].

Analysis of recent research. V.M. Hryshko points out that natural soil contamination with heavy metals is the result of their intake from parent rocks and deep ore deposits. Under conditions of intense anthropogenic impact, the intake of heavy metals into soils exceeds their ability to self-purify. This leads to a decrease in the yield and quality of crop production and the production of food products that are, in some cases, unfit for human consumption [3].

V.M. Grishko [3], E.Y. Zhovinsky, I.V. Kuraeva argue that heavy metals are currently one of the first places among man-made environmental pollutants. Large industrialised regions are powerful sources of pollution of all environmental components [4].

According to scientists V.M. Hryshko [3], E.Y. Zhovynskiy, I.V. Kuraeva soil contamination with elements such as lead, zinc, copper and cadmium is a great danger in the modern ecosystem. Their adverse effects lead to an increase in morbidity and mortality, so the topic under study is relevant. Due to the intensive use of land, it is necessary to systematically monitor the state of its fertility and the level of heavy metal pollution [5].

Scientists V.P. Gudzy, I.A. Shuvar et al. describe the peculiarity of the profile distribution of heavy metals in natural and man-made areas, which are characterised by a regressive-accumulative type of distribution, manifested in the increased accumulation of metals in the humus horizon and a sharp decrease in their content in the lower horizons [6].

The peculiarities of heavy metals redistribution in the soil profile are influenced by a complex of soil factors: particle size distribution, soil solution reaction, organic matter content, cation absorption capacity, drainage, and others [7].

According to the results of research by A.I. Breslavets, but also on the ecosystem as a whole, taking into account the organic links between the level of metal content at which plant growth decline and other negative effects begin to appear can vary several times on sandy and clay soils, cultivated and uncultivated. This takes into account not only their direct effect on living organisms, its components and possible individual effects of pollutants entering the biosphere [8].

According to scientists E.Y. Zhuvinsky and I.V. Kuraev [5], lead is a very weak migrant in soil, rarely appearing in soil solutions as a Pb^{2+} ion.

According to the research of S.F. Razanov, lead is very easily adsorbed by silt minerals, iron and aluminium hydroxides, and organic substances. It is released from the soil solution in the form of carbonates and phosphates, which indicates its stable location in the soil, in particular where the soil pH is greater than 6.5 [8].

According to scientists E.I. Kuzmenko and A.S. Kuzmenko [6], the total copper content in soils is about 0.002 %, and the soluble part is about 1.0 % of this amount. Soils contain different forms of copper that are not equally absorbed by plants: a) water-soluble copper, b) exchangeable copper absorbed by organic and mineral substances, c) hardly soluble copper, d) copper-containing minerals, e) complex organometallic copper compounds.

According to research by V.M. Grishko [3], the movement of copper and its supply to plants are reduced by liming of soils, binding of copper in the form of organic compounds and fixation by soil humus. Soil microorganisms play an important role in copper fixation. The copper content of soils is strongly bound to soil humus acids, and in this form it is indigestible for plants. Copper deficiency for plants is more pronounced on sandy and peaty soils. At the same time, the availability of copper to plants on acidic soils is higher than on soils with neutral and alkaline reactions. Fertilisers containing copper are most effective on limestone soils [5; 9].

The content of this heavy metal in the soil is very low, and the intensity of plant uptake of the trace element is affected by soil conditions, for example, with increasing pH, its absorption decreases. Therefore, liming of soils often leads to a deterioration in its absorption by plants. The presence of zinc in the soil also reduces its content in plants. The need for cadmium in plants has not been determined, but it is known that excess cadmium is toxic and has a negative impact on physiological processes, in particular on photosynthesis [10].

V.M. Hryshko and D.V. Syschykov [3] point out that the zinc content in the soil helps plants better withstand high temperatures and various fungal diseases. In addition, zinc helps to accelerate various chemical processes in plants [3].

O.P. Tkachuk [9] points out that with a lack of zinc in the soil, the leaves and the plant itself are deformed, and growth slows down. Zinc fertilisation helps to restore plant growth. Plants such as potatoes, beetroot, hops, and perennial legumes are most susceptible to zinc deficiency [9].

Excessive zinc content in the soil, in turn, leads to negative consequences, as a significant amount of this element has been found in poisonous mushrooms. Zinc and zinc fertilisers have a positive effect on the soil and plants when its content is optimal [6].

In agriculture, the intensive use of fertilisers, especially mineral and chemical ameliorants, causes changes in the quantitative composition of heavy metals. These elements contained in mineral fertilisers are natural impurities, and their amount depends on the raw materials and processing technologies. Heavy metals are well absorbed by soils, forming highly insoluble compounds with phosphates and hydroxides, which contributes to their gradual accumulation in the soil environment. This leads to an

increase in the toxic potential of the soil, affects its biological activity, and causes pathological changes in biological processes [11].

Heavy metals are monitored by the following indicators: the level of metal toxicity, which is characterised by the value of the MPC; physical and chemical properties of the metal that determine its behaviour in soils, migration into natural waters and plants; correlation between the regional background metal content in the soil and its entry into the soil as a result of anthropogenic activities [12].

The problem of environmental pollution by heavy metals has been growing in recent years and has now reached alarming proportions. Such pollution leads to negative consequences for living organisms. Therefore, the issue of studying the ways in which heavy metals enter the air, soil and water, as well as the means of protection against them, is of great importance in today's environment [13].

In agriculture, the intensive use of fertilisers, especially mineral and chemical ameliorants, causes changes in the quantitative composition of heavy metals. These elements are naturally occurring impurities in mineral fertilisers, and their amount depends on the raw material (agricultural commodity) and its processing technology [3; 12; 13].

Heavy metals are well absorbed by soils, forming highly insoluble compounds with phosphates and hydroxides, which contributes to their gradual accumulation in the soil environment. This leads to an increase in the toxic potential of the soil, affects its biological activity, causes pathological changes in biological processes, and accumulation of harmful substances in crops. The accumulation of heavy metals in the soil affects its fertility and microbiological activity. Heavy metal contamination is one of the factors that determine crop productivity and the quality of agricultural products. The toxicity of heavy metals to plants is determined not by their gross content in the soil, but mainly by the content of their mobile compounds [14].

Heavy metals and their compounds can migrate and redistribute in the environment. The main ones are heavy metals such as cadmium, zinc, lead, copper, mercury, etc. It is known that these metals, due to their inclusion in the cycle and migration into living organisms, accumulate in significant quantities, which contributes to an increased risk of various types of diseases [15].

Heavy metal contamination of food raw materials that provide food for the population is a particular danger. Among the food raw materials, bee products, which are in high demand among the population, play an important role [16].

Soil pollutants in agricultural areas where honey plants grow pose a great danger. In the context of growing environmental pollution by heavy metals, it is becoming increasingly important to study the impact of these factors on the condition of honey-growing lands and beekeeping products [16].

The basis of the honeybee base, including pollen-bearing bees, is the cover-seeded plants of forests, meadows, marshes and agricultural lands. The flora of honey plants in Ukraine includes about 900 different plant species, providing bees with nectar and pollen, which are the food base for bees and raw materials for the production of commercial products, including honey, bee pollen, perg, drone larvae homogenate, royal jelly, etc [17].

The territory of the Forest-Steppe and Polissya of Ukraine has about 70 % of the same species of honey and pollen-bearing plants. The honey-bearing base of these areas includes herbaceous plants, trees, shrubs, and shrubs [18].

Agricultural honey plants are a powerful source of nectar and pollen, which are the raw materials for the production of bee products. The main representatives are winter

and spring rape, sunflower, buckwheat, and sweet clover. These honey plants provide the bees with sufficient food and create conditions for the production of marketable products, including protein [4].

Crops suitable for honey production include: sunflower is a well-known honey plant that is grown on large areas as a leading oilseed crop, as well as for green fodder and silage, with an area of about 6 million hectares in Ukraine. The plant is a member of the Asteraceae family, with a mature orange corolla enveloping five stamens and a pistil with a two-part stigma. The nectar-bearing tissue is located at the bottom of the flower. Each flower lasts for two days, or even longer if it is not pollinated. The flowering period of sunflower is 25–30 days, and at different sowing dates – up to 1.5 months. Honey harvesting begins in late June or early July. Bee colonies produce 2–3 kg of nectar per day. The honey productivity of sunflower grown for oilseeds is 35 kg/ha, and 15 kg/ha when grown for green fodder and silage. Sunflower provides bees with a lot of pollen, which is especially important in late summer to prepare families for wintering [8]. Seed buckwheat is of great economic importance as a cereal and honey crop. Every year, this crop is sown in the country on an area of about 500 thousand hectares. The plant belongs to the buckwheat family. Buckwheat begins flowering 30–35 days after sowing and lasts an average of 25–30 days. The nectar is available for bees, but in dry, hot and cold weather it dries up and honey production decreases, and in rainy weather, buckwheat nectar production decreases sharply. Bees collect nectar and pollen from buckwheat. A long flowering period of buckwheat ensures a long honey collection – from mid-June to September [1; 4].

In addition to the main crops, buckwheat is increasingly being grown in stubble and stubble cropping, which provides additional grain harvest and improves the food supply for bees at the end of the season, when they are in great need of fresh nectar and pollen [9].

Winter rape is grown as an oilseed and fodder crop. In recent years, the area under this crop has increased due to exports for biofuel production. Rapeseed is an early honey plant, which provides apiaries with marketable products and helps to build up bees for the summer. It belongs to the cruciferous family and is characterised by a typical flower structure, with golden yellow petals. After overwintering, it grows intensively, forms juicy branched stems that end in multi-flowered clusters. It blooms for 25–30 days at the same time as fruit trees. Nectar is released in clearly visible droplets between the ovary and stamens. The flower lasts for two days. The honey yield is 50–120 kg/ha, and it also produces a lot of pollen. The area under rapeseed for animal feed is expanding, and its importance for increasing honey yields is growing [14].

At present, all honey and pollen-bearing plants are separated into separate groups, in particular, honey plants of field and fodder crop rotations, vegetable and bean honey crops, fruit and berry honey plants, honey plants of forests, parks and protective plantations, and herbaceous honey plants [12].

The group of forest park honey plants includes trees, shrubs and herbs. Among the main representatives of these honey plants are linden, Tatar and sharp-leaved maple, white and yellow acacia, raspberry, hazel, creeping blackberry, goat willow, willow-herb and others. The flora of forest park honey plants provides bees with sufficient quantities of high-quality protein food, creating conditions for the production of commercial bee products [12].

The group of fruit and berry honey plants includes: apple, apricot, cherry, sweet cherry, plum, peach, gooseberry, currant and others. Plants of this group bloom in April – May. The flowering period is 8–15 days. The maximum amount of pollen from

1 hectare of fruit and berry honey plants reaches 70 kg. These honey plants produce a relatively small amount of pollen, which only partially satisfies their needs due to the short flowering period [9, 10].

The flora of herbaceous honey plants includes a wide range of plants, the main representatives of which are: common bruise, medicinal dandelion, dog's crook, yellow sweet clover, field mustard, stinging nettle, yellow field thistle, thyme and others. The flowering period of these plants lasts from May to August. Under favourable conditions, these plants can fully provide bees with food and, in some cases, create conditions for the production of marketable products. Up to 370 kg of pollen can be obtained from 1 hectare of grass. Based on the pollen productivity of plants, the period and duration of their flowering, the most promising for the production of bee pollen are the honey plants of field and fodder crop rotations, honey plants of forests, parks and protective plantations [9, 10].

Among the main honey plants of field and fodder crop rotations that create conditions for the commercial production of bee protein products, it is necessary to highlight: buckwheat, winter rape, mustard, white clover, echinacea. The most promising honey plants for the production of bee pollen, royal jelly, and drone larvae homogenate are linden, willow, maple, white acacia, and heather in forests, parks, and protective belts [2].

Honey plantations are land areas occupied by cultivated or wild honey plants growing as a continuous cover or in a mixture with non-honey plants. Honey-bearing lands include: field – most of the field areas are occupied by non-melliferous plants – root crops, wheat cereals, and some of them are under fallow, while the other part of them is used for growing the strongest honey plants: buckwheat, sunflower, rape, sainfoin, phacelia, mouse peas, fodder beans, sweet clover, clover, etc [6].

Melons and gourds are essential in honey harvesting. All types of melons, watermelons, pumpkins, and zucchini provide bees with a good amount of food. In contrast to melons, the fields occupied by vegetable crops are not as significant. Among garden plants, various varieties of cucumbers are notable for their honey production. Cruciferous vegetables such as cabbage, rape, radish, etc. also provide good honey yields. Onions are considered to be the strongest honey plants [9].

Orchards and berry gardens – various types of fruit trees, such as apple, pear, plum, apricot, peach, cherry, etc. – provide pollen and nectar. Berry and shrub plantations, such as currants, raspberries, blackberries, and gooseberries, are particularly honey-bearing. Fruit and berry plants provide bees with a spring forage, which stimulates bee colonies to develop more rapidly. The exception is raspberries, which bloom in summer and provide bees with a lot of nectar. Forest belts – usually located around fields and very important for beekeeping. They complement the field capture and significantly “brighten up” the spring non-capture periods [8].

Scientific and economic research on heavy metal pollution (lead, cadmium, zinc and copper) in the context of technogenic pollution of honey-growing lands and the impact of agrochemical and environmental measures on the quality of beekeeping products was carried out in the agricultural lands of Vasylivka village, Tyvriv district, Vinnytsia region [5].

Generally accepted methods were used to monitor heavy metal contamination of the test material. To study the concentration of lead, cadmium, zinc and copper in the soil, samples were taken from each field using the envelope method at the depth of ploughing. Four soil samples were taken from each site. They were then placed in polyethylene bags with labels indicating the number of the original sample, field number, depth of sampling and the name of the farm and sent to the laboratory [17].

Task setting. The research was carried out on soils obtained from the territory of the Research and Development Group “Agronomic”, which are part of the land resources of the All-Ukrainian Scientific and Primary Consortium and are located in the central part of Vinnytsia region. The territory of the experimental field has a flat relief. The soil cover of the experimental plot is represented by grey forest medium loamy soils. According to morphological characteristics, physical and physical and chemical parameters, they are typical for Vinnytsia region and for the Forest-Steppe in general and are favourable for growing various crops [18].

Soil sampling was carried out using the envelope method. Soil samples were collected from each field and sent to the laboratory in plastic bags with labels indicating the number of the original sample, field number, name of the material under study and the place of collection [19–23].

Presentation of the material of research. In the studied soils obtained from the territory of the Research and Development Group “Agronomic”, which are part of the land resources of the NSC “All-Ukrainian Scientific and Primary Consortium” and are located in the central part of Vinnytsia region, the following agrochemical indicators were found: the average humus content in soils is 3.0 %, hydrolytic acidity 2.93 mg. eq. per 100 g of soil, easily hydrolysed nitrogen – 10, 72 mg per 100 g of soil, mobile phosphorus and exchangeable potassium – 19.8 and 14.05 mg per 100 g of soil, respectively, pH of the salt extract 5.1 – acidic.

The content of easily hydrolysed nitrogen in the field soils was 1.57, 1.08, 3.12 and 1.75 times lower than normal, respectively, mobile phosphorus was 1.70, 3.64, 2.90 and 2.30 times higher than normal, and exchangeable potassium in the field soils was 1.03, 2.31, 1.6 and 4.35 times higher than normal, respectively (Table 1).

Table 1

**Agrochemical parameters of soil in the research and development centre
“Agronomic” of Vinnytsia National Agrarian University**

Area, ha	N, easy – Kornfield hydrolysable mg per 100 g of soil	P ₂ O ₅	K ₂ O	Calcium, mg.eq. 100 g of soil	Acidity:		Humus, %
		by the Cherikov method mg per 100 g of soil			hydrolytic, mg.equiv/ 100 g of soil	pH	
Norma	17,5	7,5	6,0	–	–	–	–
Field 1/70	11,1	12,8	6,2	1,26	2,74	5,2	2,9
Field 2/88	16,2	27,3	13,9	1,24	2,32	5,5	3,1
Field 3/40	5,6	21,8	10,0	1,21	3,11	5,1	3,3
Field 4/57	10,0	17,3	26,1	1,30	3,56	4,9	2,8

Analysing the concentration of heavy metals in soils (Table 2), it should be noted that in the samples of the selected soil, the concentration of lead was lower than the MPC by 1.01, 1.42, 1.22 and 1.17 times, respectively, cadmium was also lower than the MPC by 1.16, 1.4, 1.16 and 1.27 times, respectively, as well as zinc by 2.52, 2.05, 2.64 and 2.42 times, respectively, and copper concentration in the soils was higher than the MAC by 2.26, 1.6, 1.73 and 1.63 times, respectively.

At the same time, it was found that the concentration of lead in field 1 was 1.40, 1.20 and 1.15 times higher than the concentration of the same heavy metal in fields 2, 3 and 4, respectively. The concentration of cadmium in fields 1 and 3 was 1.2 times higher

than in fields 2 and 4. The concentration of zinc in field 2 was 1.23, 1.28 and 1.17 times higher than in fields 1, 3 and 4, respectively. The concentration of copper in field 1 was 1.41, 1.30 and 1.38 times higher than in fields 2, 3 and 4.

Table 2
Concentration of heavy metals in soil, in the Research and Development Group “Agronomic” of Vinnytsia National Agrarian University, mg/kg

Heavy metals	MAC	Field 1	Field 2	Field 3	Field 4
Lead	6,0	5,9	4,2	4,9	5,1
Cadmium	0,7	0,6	0,5	0,6	0,55
Zinc	23	9,1	11,2	8,7	9,5
Copper	3,0	6,8	4,8	5,2	4,9

The honey-growing lands included honey plants of field and fodder crop rotations, honey plants of fruit, berry and vegetable crops, honey plants of forests and parks, protective strips and special honey plants.

The analysis of the state of contaminated soils of honey-growing lands in the studied territories indicates a variety of contamination with lead, cadmium, zinc and copper (Table 3).

In particular, the concentration of heavy metals in the soils of agricultural honey plants was higher than in the soils of forest park plantations. Thus, lead was 2.10 times higher, cadmium 1.80 times higher, zinc 1.39 times higher, and copper 1.96 times higher, respectively. The concentration of copper in the soil of field and fodder crop rotations was 1.18 times higher than the MPC, while the concentration of lead, cadmium and zinc, on the contrary, was lower – 2.38 times, 3.18 times and 3.83 times, respectively.

The concentration of heavy metals in the soils of forest plantations was below the MPC. In particular, lead by 5.0 times, cadmium by 5.83 times, zinc by 5.34 times and copper by 1.32 times, respectively. These data indicate intensive contamination of agricultural land with heavy metals due to the use of mineral and organic fertilisers that contain these elements. At the same time, it should be noted that the intensity of soil contamination with heavy metals depended on the type of honey crops grown on them.

Table 3
Intensity of heavy metal contamination of honeybee soils, mg/kg

Heavy metals	Concentration of heavy metals in soils		
	field and fodder crop rotations	forest and park plantations	MAC
Lead	<u>2,00–3,05*</u> 2,52	<u>1,00–1,40</u> 1,20	6,00
Cadmium	<u>0,15–0,30</u> 0,22	<u>0,08–0,15</u> 0,12	0,70
Zinc	<u>1,97–12,5</u> 6,00	<u>1,20–7,40</u> 4,30	23,00
Copper	<u>0,06–7,00</u> 3,53	<u>0,04–4,50</u> 2,27	3,00

Note: * – numerator is the minimum and maximum concentration of heavy metals in soils, denominator is the average concentration of heavy metals in soils

Thus, the concentration of lead ranged from 1.2 to 2.52 mg/kg, cadmium from 0.12 to 0.22 mg/kg, zinc from 4.3 to 6.0 mg/kg and copper from 2.27 to 5.53 mg/kg. That is, the difference in concentrations for lead was 2.1 times, for cadmium – 1.83 times, for zinc – 1.4 times, and for copper – 2.44 times.

Based on the results of the research, a comparative characterisation of soil contamination with heavy metals in field and fodder crop rotations and forest parks was also carried out (Fig. 1).

The results obtained in Fig. 2, show that in the soil of field and fodder crop rotations, the largest share of heavy metals is zinc, whose concentration is 2.38 times higher than that of lead, 27.2 times higher than that of cadmium, and 11.32 times higher than that of copper.

A similar trend was observed in the soils of forest park honey plants. In particular, the concentration of zinc was 3.58 times higher than that of lead, 35.8 times higher than that of cadmium, and 15.9 times higher than that of copper. At the same time, it should be noted that the MPCs for zinc were also significantly higher than for other heavy metals.

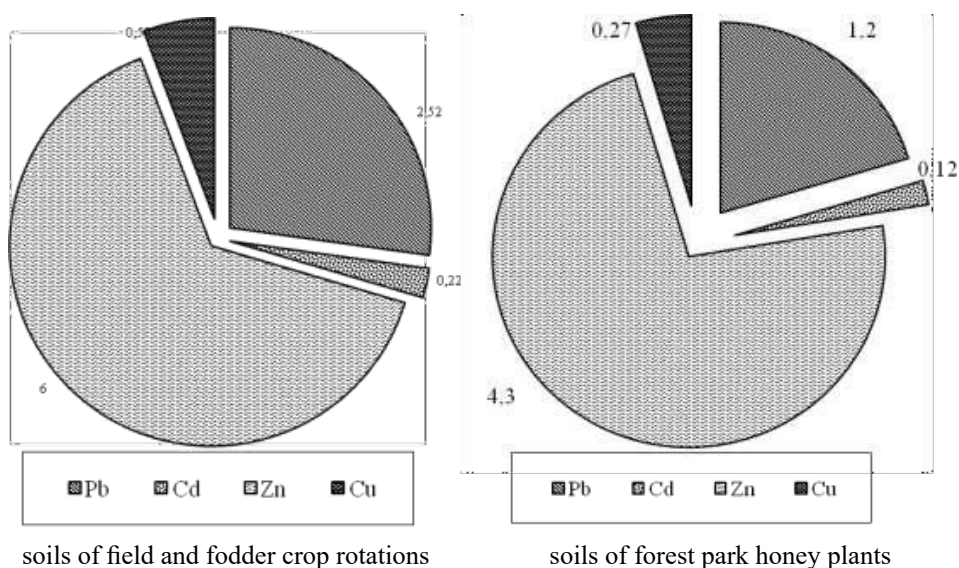


Fig. 1. Comparative characteristics of soil pollution in field and fodder crop rotations and forest parks

Reducing the content of heavy metals in soils is a complex problem. It requires a comprehensive approach. Firstly, it is necessary to consider heavy metal antagonist elements, which will be used to remove this type of heavy metal from the soil by replacing it. This method is effective, but too expensive, as it requires the application of expensive chemicals in large quantities [7].

Therefore, a more promising way is not to remove heavy metals, but to convert them into inactive and low-active compounds. This can be achieved by increasing the capacity of the soil's absorbing complex by applying certain fertilisers, mainly organic, green manure, litter and microfertilisers.

Under conditions of intense anthropogenic impact, there is a high level of heavy metal intake into agroecosystems, in some cases exceeding permissible levels. This leads to a decrease in the quality of crop production, making it dangerous for the population [2; 5].

A number of measures have been developed to reduce the intensity of soil pollution with heavy metals, including the use of microfertilisers and other fertilisers instead of mineral fertilisers, which are a powerful source of heavy metals.

We have identified the impact of microfertiliser application to reduce the concentration of lead, cadmium, zinc and copper. The use of micronutrient fertilisers in modern fertilisation systems is the main way to solve the problem of micronutrient deficiencies and ensure the best return on investment.

The most valuable organic fertiliser for gardeners is chicken manure. The content of nutrients in it cannot be compared with manure or humus. Unlike other types of fertiliser, manure is a more effective and environmentally friendly fertiliser. Chicken manure is well absorbed by plants. It can be applied to almost all crops. Organic fertilisers are an almost indispensable component of ecological and organic production.

Humic and fulvic acids are the biological “centre” of humus. Therefore, to restore the humus layer and improve its fertility properties, the application of humates will be an effective and cost-efficient solution. Humates are biologically active substances that serve not only as organic fertilisers but also as biostimulants. These compounds improve the plant’s absorption of nutrients and moisture, enhance the activity of soil microflora, and increase plant resistance to stressful conditions.

Green manures are plants that are temporarily grown on vacant soil areas to improve soil structure, enrich it with nitrogen and suppress weed growth. Usually grown in a separate period of time and then ploughed and mixed into the soil in an immature form, or shortly after flowering, green manure is associated with organic agriculture and is considered essential for systems with annual crops that are to be made sustainable. Traditionally, the practice of using green manure can be attributed to the cycle of fallow land in crop rotation, which is used to rest the land.

Seedlings can be legumes such as soya, laguta, annual clover, peas, as well as non-legumes such as millet, sorghum, buckwheat. Legumes are often used for their nitrogen-fixing capabilities, while non-legumes are used mainly to suppress weeds and increase biomass in the soil.

The coefficient of reduction in the intensity of soil pollution with heavy metals under agrochemical measures is shown in Table 4.

Table 4

Efficiency of reducing the concentration of heavy metals in the soil of agricultural land using agrochemical measures

Agrochemical measures	Coefficient of reduction of soil pollution intensity by heavy metals under agrochemical measures, times			
	lead	cadmium	zinc	copper
Use of organic fertilisers	0,9	0,4	0,7	0,7
Use of micronutrient fertilisers	2,3	2,1	0,7	0,8
Use of litter	3,2	2,7	0,8	0,7
Use of green manure	3,1	2,3	2,9	1,8

Thus, the highest rates of reduction of soil contamination intensity were found for lead and cadmium when using manure, zinc and copper when using green manure. The application of manure to the soil reduced the intensity coefficient of lead contamination by 2.3 times. The greatest impact on the reduction of cadmium in the soil was found with the use of manure, compared to organic fertilisers, microfertilisers and green manure. The studied coefficient was higher by 2.3, 0.6 and 0.4, respectively.

The introduction of organic and microfertilisers and manure into the soil had almost the same indicators of reducing the intensity of zinc contamination (0.7–0.8), and compared to it, the use of green manure reduced the zinc content the best – by 2.1–2.2.

The application of these fertilisers had a similar effect on the reduction of copper in the soil. The application of green manure reduced the copper content by 1.0–1.1 compared to other fertilisers.

The concentration of heavy metals in the soils of agricultural lands of honey plants when using manure, organic fertilisers, microfertilisers, green manure and green manure is shown in Table 5.

The soils of honey plant farmland are most contaminated with lead, followed by zinc, copper, and the least contaminated with cadmium.

Conclusions and proposals. Analysing the results it should be noted that the use of organic fertilisers reduced the intensity of soil pollution of agricultural honey plants by lead by 1.11 times, cadmium by 2.75 times, zinc and copper by 1.42 times compared to the same indicators on soils without fertilisers.

Table 5

**Concentration of heavy metals in the soils
of agricultural lands of honey plants, mg/kg**

Agrochemical measures	Heavy metals in soils, mg/kg			
	lead	cadmium	zinc	copper
No fertiliser application	2,52	0,22	6,0	3,53
Use of organic fertilisers	2,26	0,08	4,2	2,47
Use of micronutrient fertilisers	1,09	0,02	4,2	2,82
Use of litter	0,79	0,08	4,8	2,47
Use of green manure	0,8	0,09	2,06	1,96

When microfertilisers were applied to the soil, the intensity of honey plant pollution decreased by 2.31 times for lead, 11 times for cadmium, 11 times for zinc – by 1.42 times and copper – by 1.25 times. It should also be noted that the intensity of soil contamination of agricultural honey plants decreased when manure was applied: lead – by 3.2 times, cadmium – by 2.75 times, zinc – by 1.25 times and copper – by 1.42 times.

The use of green manure resulted in a 3.15, 2.44, 2.9 and 1.8-fold reduction in the intensity of soil pollution of agricultural land with lead, cadmium, zinc and copper compared to the same indicators on soils without fertilisation. At the same time, it should be noted that the highest efficiency of lead reduction in the soil was achieved with the use of manure.

For example, when using manure, the efficiency of lead reduction was 2.8 times lower compared to organic fertilisers, 1.4 times lower for microfertilisers, and 1.03 times lower for green manure. When using microfertilisers, the effectiveness of cadmium reduction was 4 times lower compared to the use of organic fertilisers and manure, and the use of green manure was 4.5 times lower.

The effectiveness of zinc reduction in the soil with the use of green manure was 2.3 times lower compared to the use of manure, microfertilisers and organic fertilisers, and the effectiveness of copper reduction with the use of green manure was 1.2 times lower compared to the application of manure and organic fertilisers, and 1.4 times lower compared to the use of microfertilisers.

To reduce the intensity of soil pollution of agricultural honey plants, we propose to replace the use of mineral fertilisers with organic fertilisers, microfertilisers, manure and green manure.

REFERENCES:

1. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Грунти Вінницької області : навчальний посібник до вивчення теми: Генезис, властивості та поширення основних типів ґрунтів Вінницької області. Вінниця, 2004. 46 с.
2. Жеребна Л.О. Вплив важких металів, що містяться в мінеральних добривах, на якість рослинницької продукції. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2001. Вип. 61. С. 193–197.
3. Бреславець А.І. Техногенно забруднені ґрунти та шляхи їх поліпшення. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: збірник наукових праць*. 2009. № 31. С. 189–202.
4. Гришко В.М. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека. Донецьк : Донбас, 2012. 304 с.
5. Гудзь В.П., Шувар І.А., Юник А.В., Рихлівський І.П. Адаптивні системи землеробства : підручник за ред. Гудзя В.П. Київ : «Центр учбової літератури», 2014. 336 с.
6. Єгорова Т.М. Еколого-геохімічні процеси міграції цинку в агроландшафтах України. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 3. С. 14–22.
7. Разанов С.Ф., Швець В.В., Марчак Т.В. Вплив вапнування ґрунтів на концентрацію Zn і Cu у бджолиному обніжжі і перзі. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2013. № 1 (71). С. 112–115.
8. Крамаров С.М., Красненко С.В., Федорченко Ю.М. Детоксикація важких металів у техногенному забрудненні ґрунту. *Агроекологічний журнал*. 2009. червень. С. 166–170.
9. Забруднення ґрунту важкими металами. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=7323911> (дата звернення 20.08.2023.)
10. Кузьменко Є.І., Кузьменко А.С. Оцінка фітотоксичності важких металів в умовах моно- і поліелементного забруднення ґрунту. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 1. С. 33–35.
11. Ткачук О.П., Зайцева Т.М. Показники агроекологічної стійкості ґрунтів та фактори, що на них впливають. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5 (2). С. 137–145.
12. Ткачук О.П. Використання багаторічних бобових трав для зниження вмісту важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 138–140.
13. Надточій П.П., Герасимчук Л.О. Міграція Cu, Zn, Pb, Cd в дерново-підзолістому ґрунті при різних рівнях імпактного поліметалічного забруднення. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. № 2 (29). Том 1. С. 21–37.
14. Поліщук В.П., Білоус В.І. Медоносні дерева і кущі. Київ : Урожай, 1972. 159 с.
15. Разанов С.Ф. Вміст радіонуклідів і важких металів у продукції бджільництва. *Агроекологічний журнал*. 2009. № 1. С. 9–11.
16. Разанов С.Ф., Дідур І.М., Швець В.В. Вплив мінеральних та органічних добрив на рівень концентрації кадмію у квітковому пилку. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2011. № 5 (82). С. 87–89.
17. Разанов С.Ф., Швець В.В. Вплив органічних і мінеральних добрив та рівня зволоження ґрунтів на концентрацію свинцю у квітковому пилку. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 4. С. 38–41.
18. Разанов С.Ф., Безпалій І.Ф., Бала В.І., Донченко Т.А. Технологія виробництва продукції бджільництва. Навч. посібник. Київ : «Аграрна освіта», 2010. 278 с.

19. Гуцол Г.В., Мазур О.В. Вирощування олійних культур та інтенсивність накопичення важких металів у ґрунтах за їх мінерального удобрення в умовах Вінниччини. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 217–226.

20. Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Technological and agro-ecological indicators of groups of soybean varieties by maturity. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Ч. 1. Вип. 102. С. 54–63.

21. Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Cultivation of early soybean varieties in the context of intensive agriculture and climate change. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 128–135.

22. Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Adaptability and agroecological sustainability of fast ripening soybean varieties. *Наукові доповіді НУБіП*. 2023. № 1 (101). DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.003](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.003)

23. Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Adaptability, sustainability and productivity of mid-early soybean varieties. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 70–79.

УДК 633.11:631.95:575.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.6>

ДЕПРЕСІЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СОРТУ ТА ТИПУ ЧИННИКА

Діденко В.В. – аспірант кафедри селекції і насінництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Назаренко М.М. – д.с.-г.н.,
професор кафедри селекції і насінництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Застосування мутагенних чинників для генетичного поліпшення дозволяє в короткі терміни отримати суттєві позитивні зміни, але проблемою залишається наявність сильної депресії в першому поколінні. Метою дослідження було виявити наслідки дії мутагенів з високою ушкоджувальною здатністю на показники мутантної популяції в першому поколінні для встановлення оптимальних параметрів протоколу застосування для генетичного поліпшення пшениці озимої. Насіння двох сортів пшениці озимої Вежа та Ігреста обробляли водним розчином хімічних мутагенів азиду натрію у концентраціях 0,01 %, 0,025 %, 0,05 %, 0,1 % та етилметансульфонату (тут та далі ЕМС) у концентраціях 0,025 %, 0,05 %, 0,1 %. Для кожної обробки були використані 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену становила 24 години. оцінювали схожість, виживання, фертильність, ознаки структури врожайності. Сорт Вежа виявився значно більш стійким до депресивних впливів у першому поколінні, ніж сорт Ігреста. В усіх випадках для усіх сортів фертильність статистично значимо знижувалася за дії усіх концентрацій та в порівнянні з контролем. Азид натрію виявляв свою дію набагато сильніше в аналогічних концентраціях, ніж ЕМС. Діапазон застосованих концентрацій досяг напівлетальних значень, Вплив генотипу був достовірним, як і підвищення концентрації. За результатами дискримінантного аналізу високочисливими були схожість, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, що достовірно відтворювали мутагенну депресію. Як мутаген азид натрію в дії призводить до суттєвого підвищення депресії в першому поколінні в порівнянні з етилметансульфонатом, а сорт Ігреста суттєво поступається за стійкістю до обох чинників в порівнянні з сортом Вежа, що швидше за все обумовлено генетично. Різниця між сортами не завжди достовірна при дії нижчих доз та суттєво зростає при її підвищенні. Застосування 0,1 % концентрації ЕМС та 0,05–0,1 % концентрації азиду натрію суттєво підвищують пряму та віддалену загибель

мутантної популяції. Більш оптимальними за рівнем зниження показників є застосування EMS у концентраціях 0,025 % та 0,05 % та азиду натрію у концентраціях 0,01 % та 0,025 %. Високу мінливість мають ознаки схожості, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, котрі можна вважати як ті, що достовірно показують рівень впливу чинників.

Ключові слова: пшениця озима, азид натрію, етилметансульфонат, мутагенна депресія, сорт.

Didenko V.V., Nazarenko M.M. Depression of the winter wheat initial material depending on the variety and type of factor

The use of mutagenic factors for genetic improvement makes it possible to obtain significant positive changes in a short time, but the presence of severe depression in the first generation remains a problem. The aim of the study was to reveal the effects of highly damaging mutagens on the parameters of the mutant population in the first generation in order to establish the optimal parameters of the application protocol for the genetic improvement of winter wheat. The seeds of two varieties of winter wheat, *Vezha* and *Igrysta*, were treated with an aqueous solution of the chemical mutagens sodium azide in concentrations of 0.01 %, 0.025 %, 0.05 %, 0.1 % and ethylmethanesulfonate (hereinafter EMS) in concentrations of 0.025 %, 0.05 %, 0.1 %. 1000 grains of winter wheat were used for each treatment. Exposure to the mutagen was 24 hours. Similarity, survival, fertility, signs of yield structure were evaluated. The variety *Vezha* was much more resistant to depressive effects in the first generation than the variety *Igrysta*. In all cases, for all varieties, fertility was statistically significantly reduced under the influence of all concentrations and in comparison, with the control. Sodium azide showed its effect much stronger in similar concentrations than EMS. The range of applied concentrations reached semi-lethal values. The effect of genotype was reliable, as was the increase in concentration. According to the results of the discriminant analysis, germination, survival, fertility, grain weight from the main ear and from the plant, TGW, which reliably reproduced mutagenic depression, were highly variable. As a mutagen, sodium azide in action leads to a significant increase in depression in the first generation compared to ethylmethanesulfonate, and the variety *Igrysta* is significantly inferior in resistance to both factors compared to the variety *Vezha*, which is most likely due to genetics. The difference between varieties is not always reliable at lower doses and significantly increases at higher doses. The use of 0.1 % concentration of EMS and 0.05–0.1 % concentration of sodium azide significantly increases the direct and remote death of the mutant population. The use of EMS in concentrations of 0.025 % and 0.05 % and sodium azide in concentrations of 0.01 % and 0.025 % are more optimal in terms of reducing indicators. The traits of germination, survival, fertility, grain weight from the main ear and from the plant, TGW, which can be considered as those that reliably show the level of influence of factors, have high variability.

Key words: winter wheat, sodium azide, ethylmethanesulfonate, mutagen depression, variety.

Постановка проблеми. Застосування мутагенних чинників, особливо хімічних, для генетичного поліпшення рослин дозволяє в короткі терміни отримати суттєві позитивні зміни та створити матеріал з якісно-новими ознаками [2]. Проблемою залишається наявність доволі сильної депресії в першому поколінні, котра призводить до загибелі та неповноцінності рослин мутантної популяції [1; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мутагенна депресія як явище післядії генетично-активного чинника в першому поколінні суттєво обмежує вибірку матеріала для подальшого дослідження частоти та спектру спадкових змін [6; 7].

В цілому хімічні супермутагени як генетично-активні агенти характеризуються нижчою ушкоджувальною здатністю, але підвищення концентрації призводить до суттєвого зростання не тільки цінних полігенних мутацій, але й несприятливих наслідків [4; 5].

Застосування антимуутагенних речовин для зниження депресивних наслідків призводить також й до суттєвого зниження виходу цінних зразків. Що є недоцільним з огляду на мету застосування генетично-активних речовин [8; 9].

Одним з шляхів зниження депресивних ефектів є використання вихідних форм з генетично-обумовленими механізмами стійкості до мутагенної дії, доволі часто такий вихідний матеріал характеризується суттєво вищим виходом цінних властивостей [10].

Метою було виявити наслідки дії мутагенів з високою ушкоджувальною здатністю на показники мутантної популяції в першому поколінні для встановлення оптимальних параметрів протоколу застосування для генетичного поліпшення пшениці озимої.

Постановка завдання. Насіння двох сортів пшениці озимої Вежа та Ігрита обробляли водним розчином хімічних мутагенів азиду натрію у концентраціях 0,01 %, 0,025 %, 0,05 %, 0,1 % та етилметансульфонату (тут та далі ЕМС) у концентраціях 0,025 %, 0,05 %, 0,1 %. Для кожної обробки були використані 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену становила 24 години. Для контролю використовували необроблені вихідні форми (зерна сортів, замочені у воді).

У першому поколінні мутантів сортів, що отримали мутагенну дію була проведена оцінка таких онтогенетичних показників як схожість, виживання після періоду перезимівлі, фертильність, ознаки структури врожайності. Посів проводили вручну, із нормою 1000 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 15 см, ділянка 10 рядків, контроль на початку для кожного сорту. Стерильність пилку визначали світловим мікроскопуванням пофарбованих ацетокарміном зразків (20–25 препаратів). Проводили структурний аналіз 25–30 рослин.

Досліди проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Математичну обробку результатів проводили факторним аналізом за допомогою модуля ANOVA, ідентифікацію модельних параметрів мутагенної депресії здійснювали дискримінантним аналізом. У всіх випадках використовували стандартні засоби програми Statistica 10.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Всього було висіяно 16 варіантів, дані щодо онтогенетичних параметрів рослин пшениці озимої для мутантної популяції в першому поколінні наведені в таблиці 1.

На контролі у сорту Ігрита схожість становила 97,3 %, що є добрим показником для цього сорту. Під впливом ЕМС схожість знизилася наступним чином: ЕМС 0,025 % – 89,0 %, 0,05 % – 77,0 % і 0,1 % 64,0 %. Вища концентрація ЕМС за своїм ефектом у зменшенні схожості наближалася до напівлетальної, схожість зменшувалася зі статистичною значущістю з кожною вищою градацією концентрації ($F = 19,62$; $F_{0,05} = 2,88$; $P = 0,001$).

За дії азиду натрію в концентраціях 0,01 %, 0,025 %, 0,05 % і 0,1 % схожість становила відповідно 87,3 %, 75,0 %, 63,3 % і 55,3 %. Азид натрію як мутаген виявляв значно більш виражену депресивну дію; екстремальна доза цього фактору виявилася напівлетальною для сорту Ігрита. Спостерігалось статистично достовірне зниження схожості озимої пшениці з кожним збільшенням концентрації азиду натрію ($F = 17,36$; $F_{0,05} = 3,16$; $P = 0,001$).

У контролі сорту Вежа схожість становила 97,7 %. Під впливом ЕМС схожість знизилася наступним чином: ЕМС 0,025 % – 90,0 %, 0,05 % – 80,7 % і 0,1 % – 70,3 %. Вища концентрація ЕМС за своїм впливом на зменшення схожості сильно відрізнялася від аналогічної для попереднього сорту, генотип більш стійкий до дії ЕМС, схожість знижувалася зі статистично значущою вагою з кожною вищою градацією концентрації ($F = 20,32$; $F_{0,05} = 2,88$; $P = 0,0001$). Мутагенна депресія у цього сорту була менш виражена, ніж у сорту Ігрита, що може бути пов'язано з меншою чутливістю генотипу, оскільки обидва сорти мають високу адаптивність до умов регіону.

Таблиця 1
Схожість та виживання першого покоління пшениці озимої,
що отримала мутагенну дію

Варіант	Схожість		Виживання	
	шт.	%	шт.	%
Вежа, контроль	977	97,67 ± 1,13	971	97,1 ± 0,5 ^a
Вежа, ЕМС 0,025 %	900	90,00 ± 1,31	857	85,7 ± 1,1 ^b
Вежа, ЕМС 0,05 %	807	80,67 ± 2,12	745	74,5 ± 1,2 ^c
Вежа, ЕМС 0,1 %	700	70,33 ± 2,11	652	65,2 ± 1,2 ^d
Вежа, азид натрію 0,01 %	870	87,00 ± 1,33	834	83,4 ± 1,3 ^b
Вежа, азид натрію 0,025 %	777	77,67 ± 2,17	746	74,6 ± 1,5 ^c
Вежа, азид натрію 0,05 %	707	70,67 ± 1,03	643	64,3 ± 1,3 ^d
Вежа, азид натрію 0,1 %	613	61,33 ± 2,02	556	55,6 ± 1,2 ^c
Ігрита, контроль	973	97,3 ± 1,15	942	94,2 ± 1,0 ^a
Ігрита, ЕМС 0,025 %	890	89,00 ± 2,61	867	86,7 ± 1,1 ^b
Ігрита, ЕМС 0,05 %	770	77,00 ± 1,53	743	74,3 ± 1,2 ^c
Ігрита, ЕМС 0,1 %	640	64,00 ± 2,15	589	58,9 ± 1,2 ^d
Ігрита, азид натрію 0,01 %	873	87,30 ± 2,18	834	83,4 ± 1,3 ^b
Ігрита, азид натрію 0,025 %	750	75,00 ± 2,34	703	70,3 ± 1,3 ^c
Ігрита, азид натрію 0,05 %	633	63,30 ± 1,14	596	59,6 ± 1,5 ^d
Ігрита, азид натрію 0,1 %	553	55,30 ± 1,45	489	48,9 ± 1,3 ^c

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

За дії азиду натрію в концентраціях 0,01 %, 0,025 %, 0,05 % і 0,1 % схожість становила відповідно 87,0 %, 77,7 %, 70,7 % і 61,3 %. Азид натрію як мутаген і для цього сорту виявляв значно більш виражену депресивну дію; вища доза цього фактору виявилася ближчою до напівлетальної й для сорту Вежа. Спостерігалось статистично достовірне зниження схожості озимої пшениці з кожним збільшенням концентрації азиду натрію ($F = 23,14$; $F_{0,05} = 3,16$; $P = 0,0001$). Мутагенна депресія знову була значною величиною для цього сорту, але у випадку азиду натрію депресія була значно вищою.

Таким чином, сорт Вежа виявився значно більш стійким до депресивних впливів у першому поколінні, ніж сорт Ігрита. У свою чергу, як мутаген, азид натрію виявляв свою дію набагато сильніше в аналогічних концентраціях, ніж ЕМС. Діапазон застосованих концентрацій досяг практично напівлетальних значень, що дає можливість розраховувати на контрастність отриманого матеріалу з генетичної точки зору при вивченні спектру та частоти спадкових змін у майбутньому. У результаті факторного аналізу встановлено, що вплив генотипу (сорту) є достовірним ($F = 10,5$; $F_{0,05} = 5,59$; $P = 0,01$), як і підвищення концентрації мутагенів ($F = 80,90$; $F_{0,05} = 3,78$; $P < 0,01$) у всіх випадках.

Слід зазначити, що проходження фенотипів у матеріалу, обробленого мутагенами при дії найвищої концентрації затримувалось на 5–7 днів в порівнянні з контролем, що є значимим. Відповідно агенти слід віднести до високоактивних.

Дані аналізу стерильності пилку пшениці озимої представлені в таблицях 2–3. Цей показник суттєво відтворює підвищення концентрації мутагену ($F = 114,17$; $F_{0,05} = 3,11$; $P < 0,01$) та зміни по генотипу між двома сортами ($F = 14,19$; $F_{0,05} = 5,17$; $P = 0,01$).

В усіх випадках для усіх сортів фертильність статистично значимо знижувалася за дії усіх концентрацій та в порівнянні з контролем. Генотипова мінливість була достовірною при дії вищих концентрацій ($F = 14,44$; $F_{0,05} = 5,17$; $P = 0,003$).

Таблиця 2

Стерильність пилку у першого покоління пшениці озимої за дії ЕМС

Сорт	Контроль	ЕМС 0,025 %	ЕМС 0,05 %	ЕМС 0,1 %
Вежа	98,1 ± 0,7 ^a	88,2 ± 1,1 ^b	78,5 ± 1,0 ^c	71,0 ± 1,3 ^d
Ігрита	98,8 ± 0,6 ^a	86,1 ± 1,1 ^b	76,1 ± 0,9 ^c	67,2 ± 1,2 ^d

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Таблиця 3

Стерильність пилку у першого покоління пшениці озимої за дії азиду натрію

Сорт	Контроль	Азид натрію 0,01 %	Азид натрію 0,025 %	Азид натрію 0,05 %	Азид натрію 0,1 %
Вежа	98,1 ± 0,7 ^a	89,7 ± 1,0 ^b	82,2 ± 1,1 ^c	73,0 ± 1,1 ^d	66,3 ± 1,1 ^e
Ігрита	98,8 ± 0,6 ^a	86,5 ± 1,2 ^b	79,9 ± 0,7 ^c	68,2 ± 1,1 ^d	60,3 ± 1,2 ^e

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

В таблиці 4 наведені дані щодо особливостей прояву впливу мутагену на елементи структури врожайності. Проводився аналіз за 9 ознаками, але загальна та продуктивна куцистість, довжина, кількість колосків головного колосу не наведені, оскільки варіативність спостерігалася значимо лише при дії четвертої та, не завжди третьої концентрації азиду натрію, та третьої концентрації ЕМС.

Представлено дані тільки за тими ознаками, що проявляли високу або мінімум посередню мінливість, тобто параметри висоти, кількості зерна та його ваги з головного колосу, озерненість рослини та маса тисячі зерен. Аналіз даних показав, що за першою ознакою статистично достовірно відрізняється депресія усіх варіантів за концентраціями одне від одного в рамках сорту та мутагену та від контролю. В усіх випадках чітко ідентифікується дія азиду натрію ($F = 69,92$; $F_{0,05} = 2,89$; $P < 0,01$) та ЕМС ($F = 41,17$; $F_{0,05} = 3,21$; $P < 0,01$). Різниця між генотипами є не для всіх концентрацій, але в цілому значима також ($F = 9,07$; $F_{0,05} = 4,14$; $P = 0,01$).

Озерненість головного колосу не відноситься до високоваріативних ознак, але все ж таки різниця для генотипів ($F = 6,90$; $F_{0,05} = 4,14$; $P = 0,03$) та зростання концентрацій ($F = 7,89$; $F_{0,05} = 2,89$; $P = 0,03$) статистично достовірна. Для генотипів спостерігалася наявність двох груп, достовірна відмінність спостерігалася лише при дії 0,05-0,1 % концентрацій у азиду натрію та 0,1 %у ЕМС.

Параметри вага зерно з головного колосу та вага зерна з рослини мають високу варіативність в залежності від активності мутагенів. Кожна концентрація відрізнялась одна від одної та від контролю. Різниця для сортів ($F = 7,92$; $F_{0,05} = 4,14$; $P = 0,01$) та зростання концентрацій ($F = 66,22$; $F_{0,05} = 2,89$; $P < 0,01$) статистично достовірна.

МТЗ був самою чутливою до зростання активності мутагену ознакою. Різниця для сортів ($F = 8,90$; $F_{0,05} = 4,14$; $P = 0,02$) та різних концентрацій ($F = 167,42$; $F_{0,05} = 2,89$; $P < 0,01$) знов статистично достовірна.

Таблиця 4

Елементи структури врожайності. Прояв мутагенної депресії

Варіант	Висота, см.	Кількість зерен, шт.	Вага зерна, г.		МТЗ, г.
			з колосу	з рослини	
Вежа, контроль	99,8 ^a	32,0 ^a	1,25 ^a	3,78 ^a	41,3 ^a
Вежа, ЕМС 0,025 %	92,2 ^b	32,0 ^a	1,10 ^b	3,37 ^b	38,1 ^b
Вежа, ЕМС 0,05 %	85,5 ^c	30,0 ^a	1,00 ^c	3,01 ^c	34,5 ^c
Вежа, ЕМС 0,1 %	79,5 ^d	24,0 ^b	0,88 ^d	2,11 ^d	29,9 ^d
Вежа, азид натрію 0,01 %	93,1 ^b	32,0 ^a	1,11 ^b	3,21 ^b	37,8 ^b
Вежа, азид натрію 0,025 %	86,2 ^c	30,0 ^a	0,97 ^c	2,80 ^c	33,2 ^c
Вежа, азид натрію 0,05 %	78,1 ^d	24,0 ^b	0,81 ^d	2,22 ^d	28,0 ^d
Вежа, азид натрію 0,1 %	74,1 ^e	18,0 ^c	0,69 ^e	1,51 ^e	23,1 ^e
Гриста, контроль	82,1 ^a	34,0 ^a	1,29 ^a	3,45 ^a	42,3 ^a
Гриста, ЕМС 0,025 %	79,1 ^b	32,0 ^a	1,13 ^b	3,11 ^b	39,1 ^b
Гриста, ЕМС 0,05 %	73,2 ^c	31,0 ^a	1,00 ^c	2,88 ^c	34,0 ^c
Гриста, ЕМС 0,1 %	68,0 ^d	23,0 ^b	0,86 ^d	2,01 ^d	28,0 ^d
Гриста, азид натрію 0,01 %	79,5 ^b	33,0 ^a	1,11 ^b	3,10 ^b	38,7 ^b
Гриста, азид натрію 0,025 %	71,9 ^c	32,0 ^a	0,99 ^c	3,01 ^c	34,2 ^c
Гриста, азид натрію 0,05 %	67,0 ^d	26,0 ^b	0,81 ^d	2,33 ^d	29,1 ^d
Гриста, азид натрію 0,1 %	63,1 ^e	25,0 ^b	0,60 ^e	1,31 ^e	21,0 ^e

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Для класифікації та підтвердження параметрів мінливості по кожній ознаці був проведений дискримінантний аналіз (таблиця 4).

Таблиця 5

Результати дискримінантного аналізу за даними онтогенезу пшениці озимої в першому поколінні

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,19)	p-level
Схожість, шт.	0,49	23,17	<0,01
Вживання, шт.	0,65	27,44	<0,01
Фертильність, %	0,67	27,14	<0,01
Висота, см	0,51	19,02	<0,01
Загальна кущистість	0,03	1,10	0,17
Продуктивна кущистість	0,03	1,10	0,17
Довжина головного колосу, см	0,03	1,12	0,17
Кількість колосків, шт.	0,01	0,53	0,22
Зерна з головного колосу, шт.	0,09	2,02	0,12
Вага зерна з головного колосу, гр.	0,37	15,37	<0,01
Вага зерна з рослини, гр.	0,38	15,39	<0,01
МТЗ, гр.	0,61	34,12	<0,01

Виявлені ознаки за рівнем мінливості відповідали тим же при факторному аналізі. Високомінливими були схожість, вживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, що достовірно відтворювали мутагенну депресію.

Висновки і пропозиції. Як мутаген азид натрію в дії призводить до суттєвого підвищення депресії в першому поколінні в порівнянні з етилметансульфонатом, а сорт Ігроста суттєво поступається за стійкість до обох чинників в порівнянні з сортом Вежа, що швидше за все обумовлено генетично. Різниця між сортами не завжди достовірна при дії нижчих доз та суттєво зростає при її підвищенні. Застосування 0,1 % концентрації ЕМС та 0,05-0,1 % концентрацій азиду натрію суттєво підвищують пряму та віддалену загибель мутантної популяції. Більш оптимальними за рівнем зниження показників є застосування ЕМС у концентраціях 0,025 % та 0,05 % та азиду натрію у концентраціях 0,01 % та 0,025 %. Високу мінливість при підвищенні концентрацій мутагенів мають ознаки схожості, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, котрі можна вважати як ті, що достовірно показують рівень впливу чинників. В подальшому планується проведення аналізу цитогенетичної активності чинників на обох сортах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Beiko V., Nazarenko M. Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. *Agrology*. 2022. № 5 (2). P. 43–48.
2. Bilgin O., Sarier S., Başer I., Balkan A. Enhancement of androgenesis and plant regeneration from wheat anther culture by seed pre-sowing gamma irradiation. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 2022. № 19 (2). P. 354–365.
3. Ergün N., Akdoğan G., Ünver İkcinkarakaya S., Aydoğan S. Determination of Optimum Gamma Ray Irradiation Doses for Hullless Barley (*Hordeum vulgare* var. *nudum* L. Hook. f.) Genotypes. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. 2023. № 33. P. 219–230.
4. Jalal A., Oliveira J., Ribeiro J., Fernandes G., Mariano G., Trindade V., Reis A.R. Hormesis in plants: Physiological and biochemical responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021. № 207. P. 111–225.
5. Gupta S., Datta A., Pramanik A., Biswas J., Karmakar R. X-ray and gamma irradiation induced chromosomal aberrations in plant species as the consequence of induced mutagenesis – an overview. *Plant Archives*. 2019. № 19. P. 1973–1979.
6. Hong M., Kim D., Jo Y., Choi H.-I., Ahn J.-W., Kwon S.-J., Kim S., Seo Y., Kim J.-B. Biological Effect of Gamma Rays According to Exposure Time on Germination and Plant Growth in Wheat. *Applied Sciences*. 2022. № 12. P. 3208.
7. Nazarenko M. Induction of winter wheat plant structure mutations by chemomutagenesis. *Agrology*. 2020. № 3 (1). P. 57–65.
8. OlaOlorun B., Shimelis H., Laing M., Mathew I. Development of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Populations for Drought Tolerance and Improved Biomass Allocation Through Ethyl Methanesulphonate Mutagenesis. *Frontiers in Agronomy*. 2021. № 3. P. 655820.
9. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. Optimized gamma radiation produces physiological and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2022. 28 (8). P. 1571–1586.
10. Von Well E., Fossey A., Booyse M. Effect of gamma irradiation on nucleolar activity, an indicator of metabolic activity, in root tip cells of tetraploid *Triticum turgidum* ssp. *durum* L. *Protoplasma*. 2022. № 259 (2). P. 453–468.

УДК 632.7:635.637:631.153
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.7>

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ НУТУ ВІД ШКІДНИКІВ ЗА РЕСУРСОЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СТЕПУ УКРАЇНИ

Доля М.М. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мороз С.Ю. – д.ф.,

аспірант кафедри ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кострич Д.В. – аспірант кафедри ентомології,

інтегрованого захисту та карантину рослин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мамчур Р.М. – к.е.н., доцент,

доцент кафедри банківської справи та страхування,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті викладено основні положення та елементи сучасних наукових досягнень щодо заходів захисту посівів нуту за ресурсощадних технологій у Степу України. Проаналізовано стан вивчення даної культури в Україні, розглянуто її місце в сівозміні та елементи технології вирощування. Виокремлено питання стосовно трофічних ланцюгів шкідників, та розвиток нових механізмів стійкості популяцій шкідників. Розглянуто питання негативного впливу на біоценози застосування традиційних хімічних засобів захисту. **Мета статті.** є обґрунтування заходів захисту нуту (*Cicer arietinum* L.) від шкідників за ресурсощадних технологій у Степу України. **Результати дослідження.** В 2015–2023 рр. досліджена стійкість різних сортів нуту до комплексу комах-фітофагів. Протягом дослідження зібрані дані щодо видового складу та чисельності шкідників, які заселяють нут, на різних етапах його росту. Так, оцінюючи ефективність використання традиційних хімічних засобів захисту, встановлено зниження рівнів популяцій шкідників на сорті Лідер, але це супроводжувалось і впливом на біорізноманіття та механізми саморегуляції агроценозів. Водночас, за ресурсощадних технологій використання біологічного контролю, вирощування порівняно-стійких сортів у господарствах, із застосуванням профілактичних, агротехнічних прийомів за No-Till сприяє підтриманню кількісного балансу видів членистоногих агроценозів. **Висновки.** У 2015–2023 рр. впровадження ресурсощадних технологій захисту нуту у Степу України сприяло забезпеченню високо-ефективних механізмів контролю комплексу комах-фітофагів із збереженням природних ресурсів агроценозів за No-Till технології. Ресурсощадні технології із превалюючим біологічним контролем та обґрунтованою сівозміною і агротехнічними заходами сприяють формуванню урожаю нуту в середньому до 2,84 т/га.

Ключові слова: нут, заходи захисту, шкідники, ресурсощадні технології, традиційні заходи захисту, біологічні заходи захисту.

Dolia N.M., Moroz S.Yu., Kostrych D.V., Mamchur R.M. *The substantiation of measures to protect chickpea from pests using conservation technologies in the Steppe of Ukraine*

The article describes the main provisions and elements of modern scientific achievements on measures to protect chickpea crops using conservation technologies in the Steppe of Ukraine. The state of study of this crop in Ukraine is analyzed, its place in crop rotation and elements of cultivation technology has considered. The issues of pest trophic chains and the development of new mechanisms of pest population resistance are highlighted. The issue of the negative impact on biocenoses of the use of traditional chemical protection products is considered. **The purpose of the article** was to substantiate the measures of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protection against pests using conservation technologies in the Steppe of Ukraine. **Results of the study.** In 2015–2023, the resistance of different chickpea varieties to a complex of insect phytophages has been studied. The study collected data on the species composition and number of pests infesting

chickpea at different stages of its growth. Thus, assessing the effectiveness of traditional chemical protection products, a decrease in pest populations on the Leader variety was found, but this was accompanied by an impact on biodiversity and agrocenosis self-regulation mechanisms. At the same time, the use of biological control, cultivation of relatively resistant varieties in farms, with the use of preventive, agrotechnical methods of No-Till helps to maintain the quantitative balance of arthropod species of agrocenoses. Conclusions. In 2015–2023, the introduction of resource-saving technologies for chickpea protection in the Steppe of Ukraine contributed to the provision of highly effective mechanisms for controlling the complex of insect phytophages while preserving the natural resources of agrocenoses using No-Till technology. Conservation technologies with predominant biological control and reasonable crop rotation and agrotechnical measures contribute to the formation of chickpea yields of up to 2.84 t/ha on average.

Key words: chickpea, protection methods, pests, conservation tillage, traditional protection methods, biological protection methods.

Постановка проблеми. У 2010–2023 рр. Україна, займаючи одне зі провідних позицій у вирощуванні нуту (*Cicer arietinum* L.), стикається зі значною кількістю викликів, зокрема, фітосанітарних питань в агроценозах. Нут є важливою бобовою культурою, яка має високе поживне та економічне значення для харчування людини і виробництва кормів та іншої продукції. Так, за новітніх технологій відзначається значний ріст посівних площ нуту в Степу України завдяки його вмісту білка, широкому спектру використання, а також позитивному впливу на фітосанітарний стан ґрунту і сучасних польових сівозмін [3; 4; 8].

Однак, несприятливим фактором, що впливає на вирощування нуту, є розмноження комплексу видів шкідників, які щорічно спричиняють значні втрати врожаю та погіршенню його якості. Із інтенсивним поширенням шкідників стикаються багато господарств, що вирощують нут в умовах Степу, так як окремі види комах-фітофагів формують порівняно стійкі трофічні ланцюги із високим рівнем життєздатності основних стадій їх розвитку на проміжних рослинах [1; 5]. Нові механізми стійкості популяцій шкідників визначені як одна із ключових загроз сільськогосподарському виробництву, оскільки вони локально сприяють зниженню врожайності сортів та впливають на якість зерна. Застосування традиційних хімічних засобів захисту, оцінюється як ефективним динамічним заходом у зниженні чисельності шкідників, однак, має потенційний негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Використання хімічних інсектицидів часто спричиняє забруднення ґрунту, води та повітря, а також негативно впливає на корисні види організмів із руйнуванням екосистеми, що свідчать про важливість обґрунтування ресурсоощадних заходів захисту нуту від комплексу шкідливих видів комах-фітофагів за нових форм ведення рослинництва в Степу України [6; 9].

Отже, виникає необхідність в розробці та впровадженні ресурсоощадних технологій захисту нуту від комплексу видів шкідників. Застосування у виробництві еколого-економічно обґрунтованих прийомів підвищення стійкості культурних рослин до фітофагів дозволяє ефективно контролювати популяції шкідників, забезпечуючи при цьому стабільний урожай нуту та збереження екологічної стійкості агроекосистем. Серед сучасних ресурсоощадних технологій нагальним є високоякісне і своєчасне застосування агротехнічних заходів із використанням широкозахватних комбінованих агрегатів, біологічного контролю шкідників, а також сортів зі стійкістю до комплексу шкідників, та використання екологічно безпечних сумішей інсектицидів.

Постановка завдання. Метою статті є обґрунтування заходів захисту нуту (*Cicer arietinum* L.) від шкідників за ресурсоощадних технологій у Степу України. Задля досягнення цієї мети, вирішувались наступні основні завдання:

– Уточнити видовий склад та особливості формування популяцій шкідників нуту у Степу України. Визначити структуру ентомокомплексу за різноманітністю видів шкідників на основних етапах росту рослин, що дозволить обґрунтувати моделі прогнозу розмноження комах-фітофагів.

– Уточнити окремі життєві цикли, пріоритетні джерела живлення та умови для розмноження, а також елементи агроєкосистем, які сприяють розвитку і поширенню шкідників нуту, впливаючи на стійкість сортів до комплексу видів фітофагів.

– Оптимізувати використання сумішей добрив і хімічних інсектицидів на посівах нуту за їх впливом на агроценози із зменшенням забруднення навколишнього середовища та безпеку для тварин і людей.

– Уточнити прийоми ресурсощадних технологій за біологічного контролю комах-фітофагів у сучасних сівознах.

За результатами досліджень обґрунтовано сучасну систему захисту нуту від комплексу шкідників із раціональним використанням біолого-хімічних ресурсів та забезпечення екологічно стійкого вирощування цієї важливої культури в Степу України. Застосування уточнених рішень у сфері захисту нуту забезпечує стабільний, порівняно високий врожай та підвищує рентабельність ведення рослинництва у Степу України.

Методика досліджень. Виявлення та обліки комах-фітофагів проводили за загальноприйнятими методиками щодо виявлення та обліків фітофагів і оцінки механізмів стійкості домінуючих шкідливих організмів із аналізом особливостей впливу засобів контролю фітофагів за ресурсощадних систем захисту польових. Застосування методичного підходу щодо управління показниками резистентності шкідливих організмів із визначенням параметрів на видовому рівні, які передбачають оптимізацію внесення бакових композицій агрохімікатів та обґрунтуванню механізмів, що контролюють порівняно стійкий, високий рівень урожаю нуту [2].

Виклад основного матеріалу досліджень. В 2015–2023 рр. досліджена стійкість різних сортів нуту до комплексу комах-фітофагів. Протягом дослідження зібрані дані щодо видового складу та чисельності шкідників, які заселяють нут, на різних етапах його росту (рис. 1).

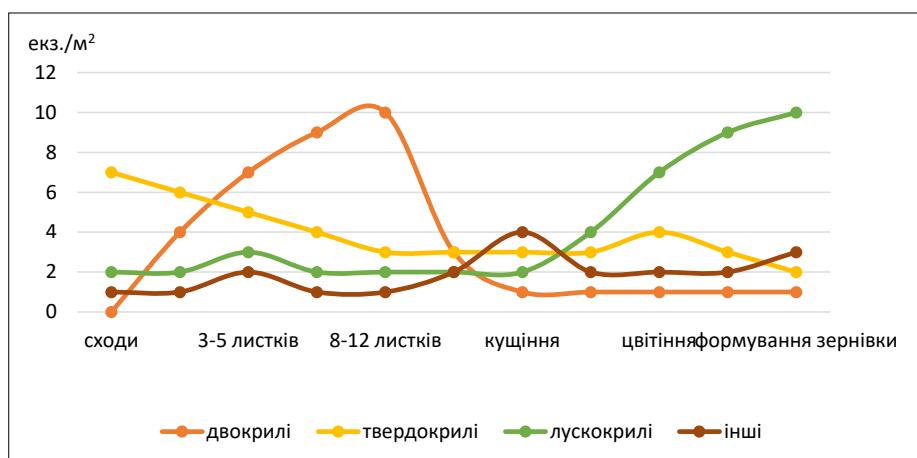


Рис. 1. Динаміка формування структури ентомокомплексу нуту в Степу України, сорт Лідер (середнє за 2020–2023 рр.)

Так, оцінюючи ефективність використання традиційних хімічних засобів захисту, встановлено зниження рівнів популяцій шкідників на сорті Лідер, але це супроводжувалось і впливом на біорізноманіття та механізми саморегуляції агроценозів. Відмічено, що підвищена стійкість деяких видів членистоногих до хімічних препаратів спричинила розвиток резистентності шкідників, що ускладнювало контроль над ними в польових сівозмінах районів досліджень.

Водночас, за ресурсоощадних технологій використання біологічного контролю, вирощування порівняно-стійких сортів у господарствах, із застосуванням профілактичних, агротехнічних прийомів за No-Till сприяє підтриманню кількісного балансу видів членистоногих агроценозів. Біологічний контроль, включаючи заходи збереження природних ворогів шкідників – перетинчастокрилих комах (*Trichogramma* spp.), є ефективним способом регулювання популяцій лускокрилих, та інших видів комах-фітофагів, із обмеженим застосуванням хімічних препаратів в період вегетації досліджуваних сортів нуту.

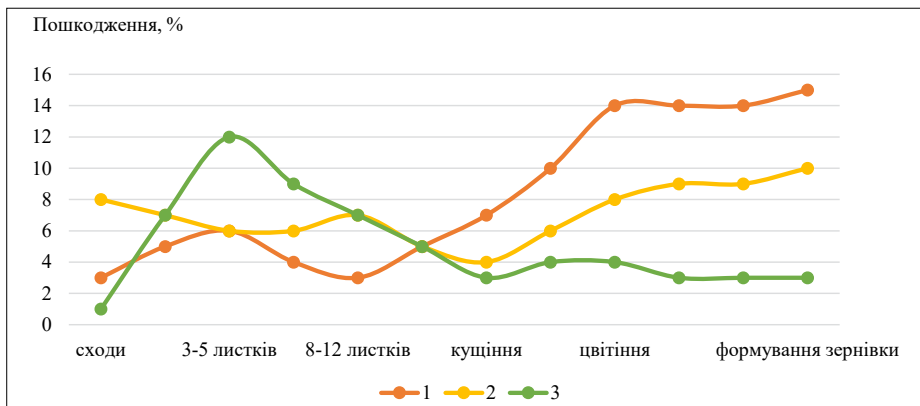


Рис. 2. Стійкість сортів нуту до шкідників на основних етапах органогенезу в Степу України (середнє за 2020–2023 рр.)

Таблиця 1
Вплив бакових сумішей препаратів за сучасних діючих речовин із добривом КАС 32 % на пошкодження нуту комахами-фітофагами в Степу України (середнє за 2020–2023 рр.)

№ з/п	Варіант	Ступінь пошкодження, %				Урожайність, т/га
		Листового апарату	Стебел	Генеративних органів	Зерна	
1	Контроль	37,3	8	19,6	15,3	1,12
2	лямбда-цигалотрин 30 %	11,4	2,6	1,4	3,5	2,24
3	лямбда-цигалотрин 30 % + КАС, 32 %, 3л/га	8,6	1,3	0,9	0,6	2,56
4	тіаметоксам 30 %	3,1	0,6	1,2	0,9	2,50
5	тіаметоксам 30 % + КАС, 32 %, 3л/га	2,3	0,2	0,6	0,3	2,84
6	абамектин, 30 %	4,9	3,6	3,0	2,3	2,23
7	Абамектин 30 % + КАС, 32 %, 3л/га	3,6	2,9	1,9	1,1	2,41
НІР ₀₅					0,04	0,58

Доцільно відмітити, що обґрунтована сівозміна, зокрема, вирощування порівняно стійких сортів нуту в поєднанні з іншими культурами сприяє підтримці балансу у екосистемі та знижує ризик розмноження шкідників і підтримує біологічну рівновагу в агроекосистемах із новими механізмами саморегуляції членистоногих.

Так, сучасні ресурсоощадні технології є потенціалом підвищення стійкості сортів нуту до комплексу шкідників із зменшенням кратності інсектицидних обробок також сприяють формуванню сучасних механізмів саморегуляції ентомокомплексів. Обґрунтовані заходи захисту нуту від шкідників забезпечують понад 2,5 т/га врожаю та підвищують економічну ефективність заходів захисту рослин у регіоні.

Висновки і пропозиції. У 2015–2023 рр. впровадження ресурсоощадних технологій захисту нуту у Степу України сприяло забезпеченню високоефективних механізмів контролю комплексу комах-фітофагів із збереженням природних ресурсів агроценозів за No-Till технології.

Обґрунтованим є регулювання комплексу видів членистоногих, що становлять значну загрозу для вирощування нуту в період цвітіння та плодоношення рослин, що впливає на урожай та якість зерна.

Хімічні засоби захисту на основі діючої речовини тіаметоксаму у суміші із добривом КАС-32 % є високоефективними прийомом регулювання чисельності комах-фітофагів у період формування генеративних органів.

Ресурсоощадні No-Till технології із превалюючим біологічним контролем та обґрунтованою сівозміною і агротехнічними заходами сприяють формуванню врожаю нуту в середньому до 2,84 т/га.

Нові ресурсоощадні технології сприяють забезпеченню порівняно високого врожаю нуту та збереженню екологічної стійкості агроекосистем, а також формуванню сталого розвитку рослинництва в регіоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабаянц О.В. Нут – перспективи та проблеми вирощування в Україні. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2012. № 2. С. 42–47; Борона В.П. Бур'яни в посівах нуту. *Карантин і захист рослин*. 2013, № 12. С. 7–10.
2. Борзих О.І., Ретьман. С.В., Чайка В.М., Трибель С.О. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу та обліку багатодільних шкідників та хвороб зернових, зернобобових культур, багаторічних трав. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. 2019. 144 с.
3. Бушулян О. Принц бобового царства. Особливості вирощування нуту за безгербіцидною технології. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 78–83.
4. Гирка А.Д., Бочевар О.В., Сидоренко Ю.Я., Ільєнко О.В., Костиря І.В., Кулик А.О. Врожайність зерна нуту залежно від агротехнічних заходів вирощування в умовах Північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. № 4. 2013. С. 53–57.
5. Іллічов Ю.Г. Нут – перспективна зернобобова культура для Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 49–54
6. Лавриненко Ю.О., Кузьмич В.І., Боровик В.О. Михаленко І.В. Стан і динаміка виробництва зернових бобових культур у світі та Україні. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон : Грінь Д.С., 2016. Вип. 65. С. 143–148.
7. Холод С.М., Холод С.Г., Іллічов Ю.Г. Нут – перспективна зернобобова культура для Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 49–54.
8. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Шляхи підвищення врожайності насіння нуту. *Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2020. № 17. С. 195–207. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-18
9. Dolia, M., Kovalska, A. (2021). Specific composition of chickpea pests in the forest-steppe of Ukraine. *EUREKA: Life Sciences*. № 1. P. 3–8. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001631>

УДК 631.5:633.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.8>

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ЧОРНУШКИ (*NIGELLA L.*) ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Дроздова А.А. – аспірантка кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет

Мойсієнко В.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет

Нині площі вирощування лікарських рослин зростають повільно. Однією з причин є недостатньо вивчені технології вирощування у конкретних кліматичних зонах України. Для отримання лікарської сировини гарної якості у промислових масштабах слід дотримуватись агротехнічних заходів, які відомі на сьогоднішній день і, відповідно, вдосконалювати їх залежно від умов вирощування. Однією з цінних лікарських рослин є чорнушка посівна та дамаська. Рослина має сечогінні та жовчогінні властивості, сприяє розширенню судин, має протипухлинну та протимікробну дію. Основною сировиною є насіння, що в своєму складі містить вітаміни, глікозиди, сапоніни, жирні кислоти, гіркі речовини та інше. У статті наведені дані щодо росту та розвитку чорнушки посівної (*Nigella sativa L.*) та чорнушки дамаської (*Nigella damascena L.*) в умовах дернового середньо суглинкового на карбонатних породах ґрунту Полісся. Завданням досліджень було встановити особливості росту і розвитку рослин залежно від видового та сортового складу, настання основних фенологічних фаз вегетації та визначення біометричних показників рослин чорнушки за елементів технології вирощування. Слід відмітити, що погодні умови були оптимальними для сходів та початкового росту рослин. Протягом 2021–2022 рр. у квітні-травні сума опадів перевищувала середню багаторічну і децю меншою вона була у 2022 році. Результати досліджень показали, що перші сходи рослин з'явилися на 10 добу, а повні сходи на 13 добу. Весь вегетаційний період у рослин тривав 106–112 діб. За масового цвітіння висота рослин різних сортів коливалась у межах від 20 до 45 см. Кількість коробочок на рослині також залежала від сорту та виду чорнушки. Так, на одній рослині чорнушки посівної сорту Іволга їх було 10–11 шт., у сорту Діана 4–8 шт., а на рослині чорнушки дамаської сорту Чарівниця утворювалося 8–9 шт., сорту Диметра відповідно 7–8 штук.

Ключові слова: чорнушка посівна, чорнушка дамаська, сорти, фенологічні спостереження, біометричні показники, способи сіви.

Drozdova A.A., Moisiienko V.V. Peculiarities of the growth and development of nigella plants (Nigella L.) depending on the elements of cultivation technology

Currently, the area under medicinal plants is growing slowly. One of the reasons is the insufficiently studied cultivation technologies in specific climatic zones of Ukraine. To obtain good quality medicinal raw materials on an industrial scale, it is necessary to follow the agrotechnical measures that are known today and, accordingly, to improve them depending on the growing conditions. One of the most valuable medicinal plants is the sowing and damask nigella. The plant has diuretic and choloretic properties, promotes vasodilation, and has antitumor and antimicrobial effects. The main raw material is seeds, which contain vitamins, glycosides, saponins, fatty acids, bitter substances, etc. The article presents the data on the growth and development of sowing nigella (*Nigella sativa L.*) and Damascena nigella (*Nigella damascena L.*) in the conditions of soddy medium loamy soil on carbonate rocks of Polissia. The objective of the research was to establish the peculiarities of plant growth and development depending on species and varietal composition, the onset of the main phenological phases of vegetation and to determine the biometric parameters of nigella plants under the elements of cultivation technology. It should be noted that the weather conditions were optimal for germination and initial plant growth. In 2021–2022, in April-May, the amount of precipitation exceeded the long-term average, and it was slightly lower in 2022. The results of the research showed that the first shoots of plants appeared on day 10, and full shoots on day 13. The entire

growing season lasted 106–112 days. During mass flowering, the height of plants of different varieties ranged from 20 to 45 cm. The number of bolls per plant also depended on the variety and type of nigella. Thus, there were 10–11 of them on one plant of the Ivolga variety, 4–8 in the Diana variety, and 8–9 on the Damascus nigella plant of the Charivnytsia variety, and 7–8 in the Dimetra variety, respectively.

Key words: sowing nigella, Damascus nigella, varieties, phenological observations, biometric parameters, sowing methods.

Постановка проблеми. Рід нігела (*Nigella L.*) відноситься до родини Жовтецеві (*Ranunculaceae*). Існує приблизно 20 видів рослин цього роду [1]. У дикорослому стані ця рослина більш поширена в країнах Сходу, Північній Європі, на Кавказі та Середній Азії. Уперше в культуру її ввели у Франції, Англії, Голландії. До України чорнушку посівну та чорнушку дамаську завезли та почали культивувати у 80-х роках минулого століття [2]. На даний час нігела (*Nigella L.*) зарекомендувала себе як лікарська, декоративна та ефіроолійна рослина. У науковій літературі є достатньо інформації щодо корисних компонентів рослини – насіння, ефірної олії. Таким чином, попит на цю рослину весь час зростає. У зв'язку з цим рослини роду нігела (*Nigella L.*) викликають інтерес у науковців в плані дослідження не тільки компонентного складу, а й вивчення особливостей фенологічних фаз росту і розвитку, динаміки наростання надземної маси та визначення біометричних показників видів роду чорнушки посівної та чорнушки дамаської.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Чорнушка посівна та чорнушка дамаська відомі своїми лікувальними властивостями ще із стародавніх часів і застосовуються в лікувально-профілактичній медицині і по сьогоднішній день. Основною лікарською сировиною є насіння, яке має досить широкий спектр біологічно активних речовин: ефірна олія, глікозиди, сапоніни, гіркі речовини, алкалоїд нікелін, вітаміни, мінеральні солі та ін. [3]. Медицина підтвердила, що нігела у великій кількості містить антибіотики, які ефективні проти вірусів, бактерій і мікробів. Чорнушка посівна та чорнушка дамаська містять в собі активні компоненти фосфору, заліза, кальцію, магнію, натрію, а олія багата вітамінами групи E та B. З насіння на основі ферменту ліпази отриманий препарат Нігедаза. У кристалічному нігеллоні, виділеному з рослин, міститься 15 амінокислот та протеїн. Основний компонент чорнушки – тіміхонін.

Внаслідок проведених досліджень встановлено, що жирнокислотний склад олії насіння чорнушки посівної та дамаської містить в собі компоненти насичених (міристинова кислота C14:0, пальмітинова C16:0) та ненасичених жирних кислот (олеїнова C18:1 та лінолева C18:2). Методом газової хроматографії виявлено найбільший вміст у насінні обох видів чорнушки олеїнової (25,0–29,73 %) та лінолевої (46,8–49,5 %) кислот. Спостерігається залежність вмісту жирних кислот від біологічних особливостей сорту [4].

Це дослідження було проведено для визначення жирнокислотного складу зразків чорного кмину (*Nigella sativa L.*), отриманих із загалом десяти різних регіонів Туреччини, Ірану та Сирії і порівняння варіацій видів. Жирнокислотний склад зразків чорного кмину визначали за допомогою газової хроматографії (ГХ). Основними жирними кислотами нелеткої олії були лінолева кислота, олеїнова кислота та пальмітинова кислота. Найнижчий вміст лінолевої кислоти (54,32 %) виявлено в Кютахя Тавсанлі. Крім того, найвищий вміст лінолевої кислоти (70,81 %) виявлено в Ірані. Пальмітинова кислота в основному міститься у зразках, отриманих із Конья Каракая та Конья Сейдішехір, а також пальмітинової кислоти, що становить приблизно 8,23–13,34 % від загального вмісту пальмітинової

кислоти. Згідно з результатами, жирнокислотний склад чорного кмину значно відрізняється залежно від кожного виду [5].

Чорнушка посівна (*Nigella sativa L.*) – однорічна трав'яниста рослина з прямим розгалуженим стеблом і добре розвиненим стрижневим коренем. Висота рослини 30–70 см. Стебло в діаметрі 0,65–0,98 см. Форма листя від лінійного до ланцетного. Довжина листя 2,5–5,0 см, ширина 2,0–2,5 см. Довжина коренів 12,74–15,08 см. Ця рослина є перехреснозапильною культурою та має соматичне число хромосом $2n = 12$. Квіти великі – 2,74×2,78 см, блідо-блакитні або блакитні, самоплідні. Гарний медонос. Насіння матово-чорне, трикутне 0,5–1,3 мм завдовжки, однакове за розміром та формою. Плід – коробочка. Запах нагадує полуницю, але деякі автори зазначають, що запах схожий на орегано або камфор. Період цвітіння та плодоношення – квітень–серпень [6–8].

Чорнушка дамаська (*Nigella damascena L.*) – однорічна, прямостояча трав'яниста рослина з розгалуженим стеблом з добре розвинутою стрижневою кореневою системою. Висота рослини 10–75 см. Гарний медонос. Період цвітіння та плодоношення – квітень–серпень. Квітки великі, поодинокі діаметром до 3 см, блакитні або білі. Листя жорстке, двічі-тричі перисто-розсічене. Плід коробочка – 1–1,5 см в діаметрі. Насіння трикутне 0,7–1,4 мм, чорне, має аромат суніці. Рослина віддає перевагу сонячним місцям, може пригнічувати ріст сусідніх рослин, особливо бобових [9–11].

Чорнушка посівна та дамаська – це холодостійка культура, але потребує безморозного вегетаційного періоду. Холодна погода бажана для раннього періоду росту, але тепла та сонячна погода потрібна їй під час формування насіння. У північних регіонах нігелу (*Nigella L.*) висівають наприкінці весни – на початку літа, а в регіонах, де клімат переважно вологий або надто сухий, одразу після перших дощів. Чорнушку посівну та чорнушку дамаську часто висівають разом із ячменем в Ефіопії, а в Північній Африці її вирощують в одновидових посівах. Фермери вирощують, як місцеві сорти, так і селекційні сорти. Розмножують нігелу насінням, висівають із шириною міжрядь 30 см, відстань між рослинами 15–20 см і нормою висіву 8 кг/га. До повного дозрівання рослині потрібно 140–160 днів. З одного гектара можна отримати урожай насіння 600–800 кг [12; 13].

Метою досліджень було вивчення особливостей росту і розвитку рослин чорнушки посівної та дамаської залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся.

Матеріали та методики досліджень. Дослідження виконували на дослідних ділянках ботанічного саду Поліського національного університету впродовж 2021–2022 рр.

Ґрунт дослідних ділянок – дерновий, середньо-суглинковий на карбонатних породах. Основні середні агрохімічні показники ґрунту дослідних ділянок наступні: уміст гумусу – 3,07 %; кислотність гідролітична кислотність – 1,65 ммоль/10 г ґрунту; сума увібраних основ – 10,32 мекв/100 г ґрунту; азот лужногідролізований – 90,33 мг/кг ґрунту; рухомий фосфор – 266,3 мг/кг ґрунту; обмінний калій – 71,2 мг/кг ґрунту.

Схема досліду включала наступні фактори:

Фактор А – види чорнушки: посівна та дамаська;

Фактор Б – сорти чорнушки посівної: Іволга і Діана;

сорти чорнушки дамаської: Диметра і Чарівниця;

Фактор С – способи сівби: звичайний рядковий (15 см); широкорядний (30 см); стрічковий (15×7,5×15 см).

Термін сівби за роками – третя декада квітня-перша декада травня. Глибина загортання насіння 2–3 см. Облікова площа ділянки 4 м². Повторність шестиразова.

Початок перших сходів чорнушки відмічали, коли зійшло приблизно 10 % всіх рослин на кожному варіанті, а повні сходи – коли на ділянці було біля 75 %. Поява перших листків збігалася з появою повних сходів, довжина перших листків 1–2 см, ширина 0,5 см. Поява третього листка спостерігалась приблизно через 10 діб, він характеризувався певною перистістю та довжиною до 4 см. Початок стеблуння вважався, коли стебло у 10 % рослин досягало довжини 2 см, а кінець, коли у 75 % рослин довжина переходила межу 2 см. Фаза бутонізації відмічалась з появою першого бутону, а кінець з появою останнього. Бутони щільно закриті, колір яскраво зелений. Початком цвітіння вважається розкриття першого бутону, чашечки розходяться, добре видно всі генеративні органи квітки. Після розкриття бутонів квіти набувають білого забарвлення, а згодом блакитного із зеленуватим відтінком. Повне цвітіння вважається, коли всі бутони відкрились, а кінець, коли всі квіти відцвіли. Початок дозрівання насіння вважається, коли рослина формує коробочки і при розкритті їх видно зелене насіння. Кінець дозрівання вважається, коли при розкритті коробочки насіння набуло бурого кольору. Біометричні показники проводились по окремих рослинах. Відбирались 20 рослин кожного варіанту. Висоту рослин, довжину та ширину листків виміряли за допомогою металевої лінійки. Проби ґрунту відбирали згідно методики за допомогою буру на глибину 10 см, 20 см і 30 см.

Результати досліджень. Дані літературних джерел та практичний досвід свідчать, що чорнушка невибаглива до умов вирощування, а цінність лікувальної сировини робить цю культуру ще більш цікавою для науковців щодо розробки та удосконалення адаптивних елементів технології вирощування й заготівлі лікарської сировини.

Виявлено, що погодно-кліматичні умови у період проведення дослідів відмічались теплим і помірним кліматом з достатньою кількістю опадів. Так, у 2021 році температура повітря в період сівби та проростання насіння була в межах 7,5 °С–13,8 °С тепла, а у період інтенсивного росту впродовж вегетації становила +19,4 °С–+23,5 °С. У 2022 році температура відповідно становила 7,5 °С–14,3 °С та +20,1 °С –+21,0 °С (рис. 1).

Найбільше опадів випало на початку вегетації рослин (квітень-травень) у 2021 р., що позитивно вплинуло на рослини і дало змогу отримати 100 % сходи рослин на всіх варіантах дослідів. Вегетаційний період рослин чорнушки впродовж 2022 року характеризувався помірною кількістю опадів (рис. 2).

Оптимальна кількість опадів у першій половині вегетації рослин і помірний температурний режим дозволили реалізувати потенційну продуктивність чорнушки посівної та чорнушки дамаської. Найбільша кількість опадів у період вегетації 2021 р. припала на травень та серпень, а у 2022 р. на квітень, червень та серпень. Температурний режим був оптимальний для даного регіону та істотно не відрізнявся від середньо багаторічних показників.

У результаті проведених досліджень були виявлені відмінності між фазами вегетації, висотою рослин та генеративними органами рослини. Ці показники являють інтерес в агрономії, як матеріал дослідження сортів і видів чорнушки посівної (*Nigella sativa L.*) та чорнушки дамаської (*Nigella damascena L.*) в умовах Полісся.

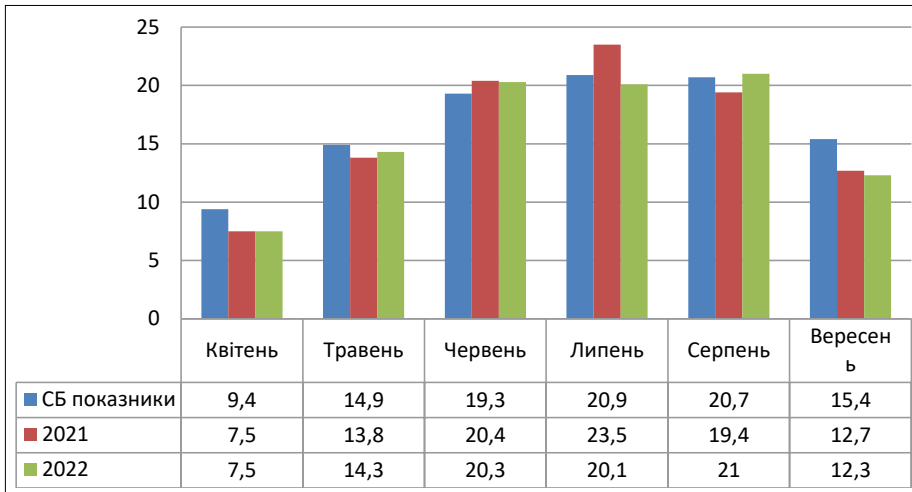


Рис. 1. Середньомісячна температура повітря за вегетаційний період *Nigella L.*, °C (2021–2022 рр.)

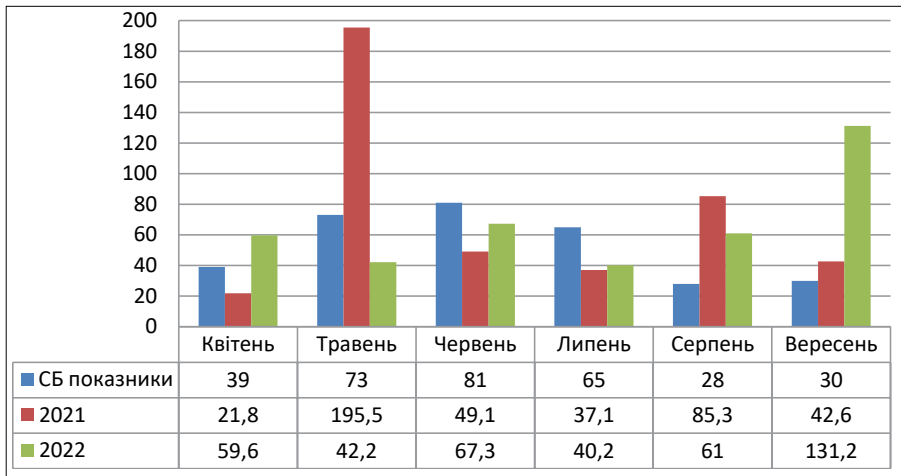


Рис. 2. Середньомісячна кількість опадів за вегетаційний період *Nigella L.*, мм (2021–2022 рр.)

За результатами досліджень встановлено, що нігела (*Nigella L.*) є холодостійкою культурою, її доцільно висівати в квітні–травні. Ця культура не боїться весняних нічних заморозків. Перші сходи від дати посіву з'явилися на 12–15 добу. Після двох тижнів від дати посіву можна спостерігати вихід першого та другого листка. Третій листок з'являвся на 21–30 добу від дати посіву. Після появи третього листка, перший та другий листок почали засихати і рослина почала переходити до фази формування стебла. У цей період рослина відмічалась слабкорозвиненою кореневою системою, надземними органами і листям, що відрізнялось формою і розмірами від листя дорослої рослини. Початок росту стебла відмічався на 23–30 добу від посіву. Спочатку формувалось головне стебло, а потім вже другорядні і бічні стебла. Кінець росту стебла відмічався на 26–36 добу від

посіву. Тривалість періоду бутонізації у кожного сорту відрізнялася. Наприклад, у сорту Іволга бутонізація тривала – 4 доби; у сорту Діана – 7 діб; у сорту Чарівниця – 6 діб; у сорту Диметра – 5 діб. Після завершення бутонізації розпочався період цвітіння, котрий в середньому тривав 5–10 діб. У цей період висота рослин в середньому за варіантами дослідів коливалася від 20,1 см до 45,8 см, а на одній рослині формувалося від 4 до 13 квіток. Колір квіток варіював від білого до блакитно-зеленого. Після опилення, квіти відпали і починався етап плодоношення, що тривав 20–30 діб. На одній рослині було сформовано від 4 до 10 плодів. Різниця між кількістю квіток і плодів на одній рослині незначна, адже з більшості квіток формуються плоди (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники рослин чорнушки посівної та чорнушки дамаської залежно від сортових особливостей та способів сівби, (середнє за 2021–2022 рр.)

Вид	Сорт	Спосіб посіву	Висота рослини, см	Кількість на одній рослині, шт.	
				квітів	плодів
Чорнушка посівна	Іволга	рядковий	45,7	13	10
		стрічковий	45,8	11	11
		широкорядний	44,1	13	11
	Діана	рядковий	21,6	4	4
		стрічковий	20,1	5	5
		широкорядний	21,4	5	5
Чорнушка дамаська	Чарівниця	рядковий	41,6	11	8
		стрічковий	35,1	11	9
		широкорядний	40,1	12	8
	Диметра	рядковий	33,0	9	8
		стрічковий	32,3	8	7
		широкорядний	31,8	9	7

Масове досягання насіння припадає на серпень-вересень. Збір плодів проводили вручну, до відкриття коробочок, коли вони починали втрачати яскраво-зелене забарвлення і підсихали. Кінець вегетації наступав, коли з'являлась зміна в забарвленні листя і відбувалось засихання всієї рослини.

Висновки. Рослини чорнушки посівної (*Nigella sativa L.*) та чорнушки дамаської (*Nigella damascena L.*) в умовах Полісся проходять повний цикл розвитку. Вегетаційний період за роки досліджень становив у сорту Іволга – 107 діб, сорту Діана – 112 діб, сорту Чарівниця – 106 діб, сорту Диметра – 111 діб. Найбільш високорослими сортами виявились Іволга та Чарівниця – 41,6–45,8 см. Максимальну кількість квіток та плодів сформували сорти Іволга та Чарівниця за широкорядного та рядкового способів сівби. Сорт Діана відмічається своєю низькорослістю, формуванням малої кількості квіток та коробочок. Сорт Диметра можна відмітити як середню рослин. Всі сорти на початку вегетації отримали достатню кількість опадів і дали дружні сходи. Завдяки помірній температурі повітря, волога зберігалась у ґрунті, і забезпечувала рослинам вчасне надходження поживних елементів. Таким чином чорнушку посівну та чорнушку дамаську як інвазійну нішеву культуру можна рекомендувати до вирощування в кліматичній зоні Полісся.

Культура є не вибагливою до умов навколишнього середовища, чудово переносить весняні заморозки, стійка до вилягання та за достатньої вологи дає дружні сходи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дроздова А. А., Мойсієнко В. В., Лікарські властивості та використання чорнушки посівної в Україні. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9–11 грудня 2020 р., м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2020. С. 29–31.
2. Дроздова А. А., Мойсієнко В. В. Чорнушка посівна як перспективна нішева культура в Україні. *Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., 3–4 черв. 2021 р. Житомир : вид-во «Поліського університету», 2021. С. 44–47.
3. Хоміна В. Я. Агроекологічні аспекти вирощування чорнушки посівної (*Nigella sativa* L.) В умовах південної частини Лісостепу західного. *Таврійський науковий вісник* : науковий журнал. 2013. Вип. 84. С. 265–270.
4. Дроздова А.А., Мойсієнко В.В. Жирнокислотний склад насіння чорнушки (*Nigella* L.) залежно від видових та сортових особливостей. *Таврійський науковий вісник* № 129, 2023. С. 79–86. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.11>
5. Tulukcu, E. A comparative study on fatty acid composition of black cumin obtained from different regions of Turkey, Iran and Syria. *African Journal of Agricultural Research*. 2011. Vol. 6. № 4. P. 892–895.
6. Malhotra, S.K. *Nigella*. *Handbook of Herbs and Spices*. 2012. Vol. 2. P. 391–416. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857095688.391>
7. Md.Sanower Hossain, Ashik Sharfaraz, Amit Dutta, Asif Ahsan, Md. Anwarul Masud, Idris Adewale Ahmed, Bey Hing Goh, Zannat Urbi, Md.Moklesur Rahman Sarker, Long Chiau Ming. A review of ethnobotany, phytochemistry, antimicrobial pharmacology and toxicology of *Nigella sativa* L. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2021. Vol. 143. № 112185. P. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112182>
8. Adam Mariod, Mohamed Elwathig Saeed Mirghani, Ismail Hussein. Chapter 13 – *Nigella sativa* L. Black Cumin. *Unconventional Oilseeds and Oil Sources*. 2017. P. 73–80. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809435-8.00013-5>
9. Дідух Я. П. Екофлора України: Фітосоціоцентр. Т. 2. Київ. 2004. 480 с.
10. Natale Badalamenti, Aurora Modica, Giuseppe Bazan, Pasquale Marino, Maurizio Bruno. The ethnobotany, phytochemistry, and biological properties of *Nigella damascena* – A review. *Phytochemistry*. Vol. 198. № 112165. P. 257–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113165>
11. L.Filippo D’Antuono, Alessandro Moretti, Antonio F.S Lovato. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. *Industrial Crops and Products*. 2002. Vol. 15. P. 59–69. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(01\)00096-6](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(01)00096-6)
12. Samia Osman Yagoub. Black cumin: morphology, physiology, growth, and agricultural yield. *Biochemistry, Nutrition, and Therapeutics of Black Cumin Seed*. 2022. P. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90788-0.00016-0>
13. Гончарський І.Л., Ландар О.І. Вивчення продуктивності видів Чорнушки залежно від агротехніки вирощування в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. № 100. Т. 1. 2018. С. 30–34.

УДК 633.844:631.5:631.461

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.9>

РІВЕНЬ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА НОРМА ВИСІВУ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ САРЕПТСЬКОЇ ЯК ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ТА МІКРОБНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Жуйков О.Г. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Ходос Т.А. – аспірантка кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

В статті наведені результати трирічних досліджень щодо формування, функціонування та активності мікробіологічної діяльності кореневої системи гірчиці сарептської (сизої) на фоні традиційної, біологізованої та органічної технології вирощування за різних норм висіву насіння культури. Встановлено, що часткова (без застосування синтетичних мінеральних туків за біологізованої технології вирощування) або повна (за органічної технології вирощування) відмова від біогенних сполук штучного походження сприяла покращенню всіх без винятку показників ефективності функціонування кореневої системи гірчиці сарептської (маса повітряно-сухих коренів на одній рослині і на одиниці площі, діаметр кореневої системи однієї рослини, кількість активної кореневої маси діаметром менше за 0,5 мм, кількість кореневої системи в шарі ґрунту 0–20 см), а також істотно підвищувала мікробіологічну активність всіх ґрунто мешкаючих груп мікроорганізмів в орному шарі.

Так, в середньому за фактором В, показник маси коренів з 1 рослини на фоні традиційної (інтенсивної) технології вирощування склав 4,04 г, за біологізованої технології – 4,13 г, а за органічної – відповідно 4,45 г. За традиційної технології вирощування гірчиці сарептської, врожайність кореневих решток із збільшенням норми висіву з 2,0 до 2,5 млн шт./га збільшувалася від 6,75 до 7,11 т/га, а з подальшим збільшенням градації фактору В знов зменшувалася до 6,80 т/га. За біологізованої технології вирощування – відповідно спочатку зростала з 6,54 до 7,35 т/га, а в подальшому залишалася незмінною на рівні 7,37 т/га. І лише на фоні органічної технології вирощування збільшення норми висіву з 2,0 до 3,0 млн шт./га зумовлювало істотне збільшення показника маси коренів на одиниці посівної площі з 7,04 до 8,12 т/га. Максимальним показник діаметру корене-заселеної зони виявився за варіантом органічної технології вирощування культури і склав 12,8 см, що на 1,2 см або 9,4% більше за відповідний показник за біологізованої технології та на 2,5 см або 19,5% більше у порівнянні із традиційною інтенсивною технологією вирощування гірчиці сарептської. А максимальних значень показник вмісту активної фракції кореневої маси гірчиці сарептської був за варіантом органічної технології вирощування і склав 67,2%, за біологізованої технології він був на рівні 66,1%, а на фоні традиційної інтенсивної технології вирощування – відповідно 57,8%.

Ключові слова: гірчиця сарептська (сиза), традиційна, біологізована та органічна технології вирощування, норма висіву насіння, коренева система, мікробіологічна активність орного шару ґрунту.

Zhuikov O.H., Khodos T.A. The level of biologicalization of cultivation technology and the rate of sowing seeds of Sarepta mustard as factors of the formation of the root system and microbial activity of the soil in the conditions of the Southern Steppe

The article presents the results of three-year research on the formation, functioning and activity of the microbiological activity of the root system of Sarepta mustard against the background of traditional, biologized and organic cultivation technology under different norms of seed sowing. It was established that partial (without the use of synthetic mineral fertilizers under biological cultivation technology) or complete (according to organic cultivation technology) rejection of biogenic compounds of artificial origin contributed to the improvement of all indicators of the effectiveness of the root system of Sarepta mustard (mass of air-dry roots per plant and per

unit area, the diameter of the root system of one plant, the amount of active root mass with a diameter of less than 0.5 mm, the amount of root system in the soil layer 0–20 cm), and also significantly increased the microbiological activity of all soil-dwelling groups of microorganisms in the arable layer.

Thus, on average, according to factor B, the indicator of the mass of roots from 1 plant against the background of traditional (intensive) growing technology was 4.04 g, according to biological technology – 4.13 g, and according to organic technology – 4.45 g. According to traditional technology cultivation of *Sarepta* mustard, the yield of root residues increased from 6.75 to 7.11 t/ha with an increase in the sowing rate from 2.0 to 2.5 million units/ha, and with a further increase in the gradation of factor B, it decreased again to 6, 80 t/ha. According to biological cultivation technology, it first increased from 6.54 to 7.35 t/ha, and later remained unchanged at the level of 7.37 t/ha. And only against the background of organic growing technology, the increase in the sowing rate from 2.0 to 3.0 million units/ha led to a significant increase in the root mass index per unit of sown area from 7.04 to 8.12 t/ha. The maximum indicator of the diameter of the root-populated zone turned out to be 12.8 cm according to the variant of the organic technology of crop cultivation, which is 1.2 cm or 9.4% more than the corresponding indicator under the biological technology and 2.5 cm or 19.5% more in compared with the traditional intensive technology of *Sarepta* mustard cultivation. And the maximum value of the content of the active fraction of the root mass of *Sarepta* mustard was 67.2% under the option of organic growing technology, 66.1% under biological technology, and 57.8% under traditional intensive growing technology, respectively.

Key words: *Sarepta* mustard, traditional, biologicalized and organic cultivation technologies, seed sowing rate, root system, microbiological activity of the arable soil layer.

Постановка проблеми. Системне інтенсивне (а часто – і нераціональне) застосування синтетичних хімічних сполук для максимальної реалізації врожайного потенціалу культур польових сівозмін у всіх агрокліматичних зонах України спричинило все більш прогресуючу проблему екологічного розбалансування агроценозів, ефект пестицидного забруднення ґрунту, ґрунтових вод, рослинницької продукції. Відтак, останнім часом дуже актуальним і, на думку багатьох науковців, вельми перспективним є такий напрям ведення агробізнесу, як біологізація існуючих зональних сортових технологій вирощування с.-г. культур [1; 2]. До того ж, певним трендом на сьогодні є перехід окремих суб'єктів господарської діяльності на повністю органічні технології вирощування, котрі водночас із можливістю отримання рослинницької продукції з органічним статусом (а це серйозний «фінансовий бонус» при розміщенні такої продукції на аграрному ринку), спроможні істотно мінімізувати розхідну частину в структурі балансу собівартості, адже загальновідомо, що саме синтетичні мінеральні добрива і пестициди на сьогодні являють собою «левову частку» виробничих витрат [3]. Логічним буде припустити, що перевід певної частини гірчичного клину, котрий вирощується в умовах Південного Степу, на принципи біологізації чи повністю органічне вирощування, дасть можливість не лише істотно зекономити на найсуттєвіших елементах формування підсумкової вартості 1 т гірчичного насіння, а й істотно послабити той пестицидний пресинг на біоту південних агроценозів (ґрунтову мікрофлору, корисних ентомофагів, врешті-решт саму культурну рослину), свідками якого ми є в останні 10–15 років і про що висловлює свої побоювання не лише українська наукова спільнота, а й найбільш прогресивні фермери-практики [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Комплексний аналіз вітчизняних і закордонних публікацій зі згаданої проблематики свідчить про вкрай недостатній рівень вивченості даного наукового питання не лише в контексті культури гірчиці сарептської, а й за абсолютною більшістю культур, що є традиційними для сівозмін зони вирощування [6]. До того ж, ще до недавнього часу навіть традиційна інтенсивна технологія вирощування гірчиці сарептської не вирізнялася конкретикою і сталістю, і у переважній більшості господарств реалізовувалася

за принципом аналогії з технологією вирощування інших культур родини *Kanustiani* – переважно, ріпаку озимого [6]. Стосовно ж ефективності залучення до зональної технології вирощування гірчиці сарептської елементів біологізації, не кажучи вже про науково-обґрунтовані органічні технології вирощування культури, то в науковій періодиці акцентованої інформації вкрай недостатньо, а ті поодинокі відомості, що починають надходити до наукового загалу від колег часто носять або фрагментарний, або взагалі суперечливий характер [7; 8]. На цьому фоні достовірної інформації щодо впливу елементів біологізації технології вирощування гірчиці сарептської на активність функціонування її кореневої системи та мікробіологічної діяльності ризосфери культури майже не зустрічається, а проблема й досі лишається не дослідженою [9–11].

Мета. Метою наукового дослідження було встановлення впливу на комплекс показників активності функціонування кореневої системи гірчиці сарептської (маса повітряно-сухих коренів на одній рослині і на одиниці площі, діаметр кореневої системи однієї рослини, кількість активної кореневої маси діаметром менше за 0,5 мм, кількість кореневої системи в шарі ґрунту 0–20 см), та мікробіологічну діяльність основних груп ґрунтової мікробіоти норми висіву культури та ступеня біологізації технології вирощування культури.

Матеріали та методика досліджень. Реалізація поставленої мети здійснювалася шляхом закладання польового двофакторного досліду і проведенням комплексу спостережень і лабораторних досліджень. Фактор А (технологія вирощування культури) був представлений варіантами традиційної зональної технології вирощування гірчиці; біологізованою технологією (відмова від мінеральних добрив і заміна їх на органічні препарати) та органічною (заміна мінеральних добрив і синтетичних ЗЗР на органічні препарати). Фактор В являв собою різні норми висіву культури (від 2,0 до 3,0 млн шт. схожих насінин на 1 га з інтервалом 0,5 млн). В досліді висівався сорт гірчиці Пріма селекції ІОК НААН. Повторність досліду чотирьохкратна, загальна площа дослідної ділянки 0,9 га, загальна площа ділянки першого порядку 250 м², облікова – 200 м². Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених ділянок з частковою рендомізацією. Масу повітряно-сухих коренів на рослині та одиниці площі визначали термостатно-ваговим методом, відбираючи пробні зразки з 1 м², діаметр коренемешкаючої зони однієї рослини – методом викопування з подальшим вимірюванням рулеткою, кількість активної кореневої маси – вимірюванням діаметру коренів штангенциркулем, кількість кореневої маси в шарі 0-20 см – методом відмивання за Результати лабораторних досліджень піддавали агрономічній оцінці та статистичному обробітку методом дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів.

Результати досліджень. Достатньо принциповим з позицій оцінювання відповідності того чи іншого аспекту технології вирощування будь-якої культури (і гірчиця сарептська не є виключенням) є, на наш погляд, комплекс показників, що характеризують вектори, характер і динаміку розвитку кореневої системи культури. Достатня частина науковців вважають, що саме активна частина кореневої системи культури, розташована в орному шарі ґрунту, максимальною мірою формують екологічну пластичність і стійкість рослин, в першу чергу – здатність забезпечувати себе активною ґрунтовою вологою, що найбільшою мірою набуває актуальності саме з огляду на агрокліматичну зону вирощування, адже саме за умов Південного Степу вологозабезпеченість являє собою найбільш принциповий лімітуючий фактор [12].

Приймаючи до уваги вищенаведене, нами були проаналізовані основні показники, що характеризують розвиток кореневої системи культури за факторами

досліді, а саме: маса коренів на 1 рослині та з одиниці посівної площі у повітряно-сухому стані, діаметр коренезаселеної зони та відсоток у загальній масі найбільш активної кореневої маси, представленої корінням з діаметром менше 0,5 мм, котре характеризується найвищими поглинальними властивостями і безпосередньо формує сорбційну здатність рослинного організму. Як свідчать результати наших досліджень, збільшення норми висіву культури з 2,0 до 3,0 млн шт./га зумовлювало зменшення показника кількості маси коренів на 1 рослині, що пояснюється нами саме зменшенням габітусу окремих рослин в агроценозі на фоні збільшення густоти стояння. Водночас, різні умови вологозабезпечення і мінерального живлення, сформовані за різних технологій вирощування гірчиці сарептської, зумовили диференційований характер середнього показника маси коренів на 1 рослині в залежності від технології вирощування. Так, в середньому за фактором В, показник маси коренів з 1 рослини на фоні традиційної (інтенсивної) технології вирощування склав 4,04 г, за біологізованої технології – 4,13 г, а за органічної – відповідно 4,45 г (табл. 1).

Таблиця 1

Основні показники інтенсивності розвитку кореневої системи гірчиці сарептської в шарі ґрунту 0–30 см у фазу «цвітіння» залежно від технології вирощування і норми висіву насіння (середнє за 2020–2023 рр.)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма висіву, млн шт./га (фактор В)	Маса коренів (у повітряно-сухому стані)			Діаметр коренезаселеної зони D, см	% коренів, діаметром менше за 0,5 мм, у загальній кількості
		на 1 рослині, г	г/м ²	т/га		
Традиційна (інтенсивна)	2,0	4,82	674,8	6,75	11,8	64,4
	2,5	4,06	710,5	7,11	10,1	56,1
	3,0	3,24	680,4	6,80	8,9	53,0
Біологізована	2,0	4,67	653,8	6,54	12,3	72,0
	2,5	4,20	735,0	7,35	11,5	65,5
	3,0	3,51	737,1	7,37	11,0	60,8
Органічна	2,0	5,03	704,2	7,04	13,6	71,8
	2,5	4,44	777,0	7,77	12,6	66,0
	3,0	3,88	814,8	8,12	12,1	63,7

У перерахунку на одиницю посівної площі, коли до уваги береться не лише густина стояння рослин, а й коефіцієнт виживання культури за вегетаційний період в залежності від факторів досліді, кількість кореневої маси гірчиці сарептської, навпаки, характеризувалася тенденцією до збільшення із підвищенням норми висіву насіння, хоча дана тенденція і не характеризувалася істотним характером, а за окремими варіантами досліді була або в межах математичної достовірності, або ж, взагалі, мала зворотній характер. Так, за традиційної технології вирощування гірчиці сарептської, врожайність кореневих решток із збільшенням норми висіву з 2,0 до 2,5 млн шт./га збільшувалася від 6,75 до 7,11 т/га, а з подальшим збільшенням градації фактору В знов зменшувалася до 6,80 т/га. За біологізованої технології вирощування – відповідно спочатку зростала з 6,54 до 7,35 т/га,

а в подальшому залишалася незмінною на рівні 7,37 т/га. І лише на фоні органічної технології вирощування збільшення норми висіву з 2,0 до 3,0 млн шт./га зумовлювало істотне збільшення показника маси коренів на одиниці посівної площі з 7,04 до 8,12 т/га.

Набагато чіткішою залежністю від норми висіву насіння характеризувався нами показник середнього діаметру коренезаселеної зони гірчиці сарептської. За всіма варіантами технології вирощування культури нами відмічена тенденція істотного зменшення розміру зони залягання кореневої системи із збільшенням норми висіву: за традиційної технології вирощування вона зменшувалася з 11,8 до 8,9 см, за біологізованої – з 12,3 до 11,0 см, за органічної – з 13,6 до 12,1 см. В середньому ж за фактором норми висіву насіння, діаметр коренезаселеної зони культури виглядав наступним чином (рис. 1). Максимальним зазначений показник виявився за варіантом органічної технології вирощування культури і склав 12,8 см, що на 1,2 см або 9,4 % більше за відповідний показник за біологізованої технології та на 2,5 см або 19,5 % більше у порівнянні із традиційною інтенсивною технологією вирощування гірчиці сарептської.



Рис. 1. Показник середнього діаметру коренезаселеної зони гірчиці сарептської за різних технологій вирощування культури (середнє за 2020–2023 рр.)

Більшість науковців, що досліджували параметри формування і функціонування кореневої системи не лише гірчиці сарептської, а й інших сільськогосподарських культур, сходяться в думці, що найбільш фізіологічно активною фракцією кореневої системи є коріння із діаметром менше 0,5 мм як таке, що характеризується максимально високими показниками осмотичного тиску в ньому, і відповідно – максимально сорбційною здатністю до засвоєння ґрунтової вологи і розчинених в ній елементів мінерального живлення. Зважаючи на той факт, що вологозабезпечення є основним лімітуючим фактором формування насінневої продуктивності культури в зоні Південного Степу, а також на те, що забезпеченість рослин елементами мінерального живлення є також принциповим чинником, що особливої актуальності набуває за мінімізації застосування мінеральних туків в рамках біологізованої технології вирощування, або ж система удобрення культури взагалі переводиться на органічні добрива як за варіанту органічної технології, нами був проаналізований фракційний склад активної кореневої системи гірчиці сарептської в орному шарі ґрунту. В досліді нами відмічена стала тенденція істотного зменшення питомої ваги активної кореневої системи в загальній

масі корневих решток із збільшенням показнику норми висіву насіння за всіма варіантами технології вирощування культури. Так, на фоні традиційної технології вирощування, збільшення норми висіву насіння гірчиці сарептської з 2,0 до 3,0 млн шт./га зумовлювало зменшення вмісту активної кореневої системи з 64,4 до 53,0% від її загальної маси; за біологізованою технології цей показник зменшувався з 72,0 до 60,8%; за органічної – відповідно з 71,3 до 56,7%. Середня кількість активної кореневої системи з діаметром корінців менше 0,5 мм в залежності від фактору технології вирощування виглядала наступним чином (рис. 2).



Рис. 2. Кількість активної кореневої маси діаметром менше 0,5 мм в орному шарі гірчиці сарептської залежно від технології вирощування культури, % (середнє за 2020–2023 рр.)

Максимальних значень показник вмісту активної фракції кореневої маси гірчиці сарептської був за варіантом органічної технології вирощування і склав 67,2%, за біологізованою технології він був на рівні 66,1%, а на фоні традиційної інтенсивної технології вирощування – відповідно 57,8%.

Результати наших досліджень свідчать, що за період вирощування гірчиці сарептської впродовж міжфазного періоду «розетка листків – повна стиглість насіння» показники загальної заселеності орного шару ґрунту дослідної ділянки і кількість мікрофлори за окремими екологічними групами значною мірою залежали лише від фактору технології вирощування культури. Завдяки відсутності негативного пестицидного пресингу на агроценоз і додаткового надходження КУО за окремими групами ґрунтової мікробіоти разом із застосованими органічними препаратами, впродовж періоду спостереження нами відмічена позитивна динаміка чисельності мікроорганізмів лише за варіантом органічної технології вирощування культури. В середньому за фактором В, починаючи з фази «розетка листків» і до фази «повної стиглості», загальна заселеність 1 г абсолютно-сухого ґрунту аеробними видами зросла на 22,6%; амоніфікуючими видами – на 16,1%; олігонітрофілами – на 25,4%; нітрофілами – на 15,4%; целюлозолітичними – на 27,1%; нітрифікуючими – на 19,6%. Водночас, за групою актиноміцетів, що в більшості представлена патогенними видами, які є збудниками хвороб культурних рослин і, зокрема, гірчиці сарептської, нами відмічене, навпаки, зменшення заселеності ґрунту КУО впродовж дослідного періоду за всіма варіантами, що є, безперечно, позитивним моментом (табл. 2).

Треба зазначити, що загальна заселеність орного шару ґрунту мікроорганізмами і їх групова диференціація не характеризувалися істотним ступенем залежності від фактору В – норми висіву насіння культури. Із збільшенням загущеності стеблостою гірчиці сарептської від 2,0 до 3,0 млн шт./га інтенсивність мікробіологічної діяльності (загальна заселеність 1 г ґрунту КУО основних груп ґрунтових мікроорганізмів) істотно зменшувалася лише впродовж вегетаційного періоду.

Таблиця 2

Динаміка мікробіологічної активності 1 г абсолютно сухого ґрунту посіву гірчиці сарептської залежно від факторів досліду (середнє за 2020–2023 рр.)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма висіву, млн шт./га (фактор В)	Фаза розвитку культури													
		«розетка листків»							«повна стиглість насіння»						
		Аеробні види, млн	Амоніфікуючі, млн	Олігонітрофіли, млн	Актиноміцети, млн	Нітрофіли, млн	Целолюлітичні, тис.	Нітрифікуючі, тис.	Аеробні види, млн	Амоніфікуючі, млн	Олігонітрофіли, млн	Актиноміцети, млн	Нітрофіли, млн	Целолюлітичні, тис.	Нітрифікуючі, тис.
Традиційна	2,0	17,9	18,8	15,3	1,3	12,4	1,6	7,2	11,3	14,7	11,3	0,9	9,2	0,5	4,1
	2,5	17,8	18,5	15,7	1,5	12,2	1,7	7,5	10,9	13,3	11,4	0,8	9,0	0,3	4,6
	3,0	17,6	18,5	16,0	1,6	12,0	1,7	7,1	11,3	14,3	11,9	0,7	8,7	0,7	4,1
Біологізована	2,0	20,4	19,5	17,8	0,9	14,2	1,9	8,8	18,6	16,2	12,8	0,8	10,7	1,2	6,9
	2,5	20,6	20,0	16,9	0,8	13,7	2,0	8,6	19,5	17,7	12,3	0,7	10,6	1,2	5,9
	3,0	20,2	19,4	17,6	1,2	14,9	2,0	8,5	19,7	17,0	12,4	0,6	10,2	0,9	6,4
Органічна	2,0	22,9	21,1	19,3	0,7	15,7	2,0	9,4	24,0	22,7	22,5	0,7	18,3	3,3	13,3
	2,5	23,0	21,0	19,9	0,6	15,0	2,0	9,7	25,1	24,4	23,0	0,7	20,0	3,1	12,0
	3,0	23,6	21,9	19,0	0,9	15,4	2,2	9,8	26,4	23,3	21,1	0,4	19,5	2,7	14,7

Висновки. На сьогодні достовірної наукової інформації щодо впливу елементів біологізації технології вирощування гірчиці сарептської на активність функціонування її кореневої системи та мікробіологічної діяльності ризосфери культури в науковій періодиці майже не зустрічається, а проблема й досі лишається не дослідженою. Збільшення норми висіву культури з 2,0 до 3,0 млн шт./га зумовлювало зменшення показника кількості маси коренів на 1 рослині, діаметр коренезаселеної зони та питому вагу активної фракції в загальній кореневій масі, що пояснюється нами саме зменшенням габітусу окремих рослин в агроценозі на фоні збільшення густоти стояння. У перерахунку на одиницю посівної площі, кількість кореневої маси гірчиці сарептської, навпаки, характеризувалася тенденцією до збільшення із підвищенням норми висіву насіння, і за окремими варіантами досліду була або в межах математичної достовірності, або ж, взагалі, мала зворотній характер. Результати наших досліджень свідчать, що за період вирощування гірчиці сарептської впродовж міжфазного періоду «розетка листків – повна стиглість насіння» показники загальної заселеності орного шару ґрунту дослідної ділянки і кількість мікрофлори за окремими екологічними групами значною мірою залежали лише від фактору технології вирощування культури і максимальних значень набули за варіантом органічної технології вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Женченко К. Гірчиця сарептська має лідувати в п'ятипільних зерно просяних сівозмінах. *Зерно і хліб*. 2013. № 3. С. 53–54.
2. Жернова Н.П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2011. 16 с.

3. Кліщенко С. Гірчиця та технології її вирощування. *Agroexpert*. 2009. 1 (6). С. 14–16.
4. Коваленко С.А. Вплив добрив та рiстрегулюючих препаратiв на продуктивнiсть гiрчици сарептської. *Науково-технiчний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. Запорiжжя, 2009. № 14. С. 150–156.
5. Поляков О. Перспективи вирощування гiрчици. *Пропозиція*. 2009. № 2. С. 54–56.
6. Рекомендації з вирощування гiрчици в умовах Прикарпаття / І.М. Кифорук, О.М. Бойчук, В.М. Іванюк, О.М. Стельмах та ін. *Посiбник українського хiбороба*. 2011. № 1. С. 216–222.
7. Рожкован В. Сарептська озима гiрчиця – нова перспективна культура. *Пропозиція*. 2006. № 7. С. 58–60.
8. Технології вирощування гiрчици в Україні. URL: <http://agro.webfermer.org.ua/roslynnyctvo/vyroshhuvannia-girchyci.php>
9. Чехов А.В. Перспективи вирощування гiрчици озимої. *Посiбник українського хiбороба*. 2009. № 2. С. 53.
10. Щербаков В. Поговоримо про гiрчицю. *Пропозиція*. 2001. № 2. С. 38.
11. Gare V. N. Behavior of grades mustard at different terms of sowing. *Agr. Univ*. 1996. 21, № 1. P. 147–148.
12. Narang R.S. Influence of irrigation and nitrogen management on the oil quality of Indian mustard (*Brassica juncea* Linn.) Czern. and Coss.). *J. Res.* 1985. № 10. P. 17–18.

УДК 635.64:631.541

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.10>

ВПЛИВ СКЛАДУ ПОЖИВНИХ СУМIШЕЙ НА ВИРОЩУВАННЯ РОЗСАДИ ТОМАТУ В УМОВАХ ПЛIВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

Ковальов М.М. – к.с.-г.н.,

керiвник наукових лабораторiй «Промислового грибiвництва та технологiй захисту культивованих грибiв», «Гiдропонного вирощування овочiв в купольнiй теплицi», старший викладач кафедри загального землеробства, Центральноукраїнський національний технічний університет

В статті експериментально досліджено та обґрунтовано особливості вирощування щепленої розсади детермінантного гібриду томату виробництва Ergon Seeds Голландія Дуал Лардж F_1 , залежно від виду органічного наповнювача ґрунтової суміші. В якості підщепи в наших дослідженнях використовували гібрид томату Бьюфорт F_1 . На отримання здорової розсади овочевих культур, обсяги їх виробництва мають серйозний вплив природно-кліматичні ризики у вегетаційний період, зумовлені недостатньою температурою та вологістю повітря при вирощуванні в неопалювальних плівкових теплицях.

Для плівкових теплиць в умовах IV світлової зони України використання щепленої розсади потрібні скоростиглі детермінантні гібриди, що мають високу частоту закладання суцвіть, додатні до загущених посадок та забезпечують раціональне використання об'єму теплиці. Окрім того, такі рослини краще адаптовані до умов недостатнього освітлення. З цих причин їх можна висаджувати в ранньовесняному обороті плівкових теплиць, без обігріву, в третій декаді березня.

За результатами проведених досліджень умовах плівкових теплиць обґрунтовано можливість використання гібриду томату Бьюфорт F_1 в якості підщепи при вирощуванні детермінантного гібриду томату Дуал Лардж F_1 зі щепленням способом зрощення.

Результати проведених експериментальних досліджень показали доцільність використання відходів промислового виробництва лушпиння соняшнику та тирси листяних порід в якості органічних наповнювачів поживної ґрунтової суміші при вирощуванні щепленої розсади томату. Варто відмітити, що суміші, до складу яких входили разом із листяною землею тирса та лушпиння соняшнику, відрізнялися доброю повітряною проникністю та водопроникністю, що забезпечувало відмінні умови для розвитку кореневої системи розсади томату для вирощування в умовах відкритого ґрунту. Найкращими поживними сумішами для ґрунтового вирощування щепленої розсади томату виявилися: 50 % листяної землі + 50 % ЕМ компосту, а також 70 % листяної землі + 30 % тирси листяних порід.

Ключові слова: органічні наповнювачі, поживні ґрунтові суміші, розсада томату, підщепка, плівкова теплиця.

Kovalov M.M. The influence of the composition of nutrient mixtures on growing of tomato seedlings in the conditions of film greenhouses

The article experimentally investigated and justified the peculiarities of growing grafted seedlings of the determinant hybrid tomato produced by Ergon Seeds Holland Dual Large F₁, depending on the type of organic filler in the soil mixture. Beaufort F₁ tomato hybrid was used as a rootstock in our research. Natural and climatic risks during the growing season caused by insufficient temperature and air humidity when growing in unheated film greenhouses have a serious impact on obtaining healthy seedlings of vegetable crops and their production volumes.

For film greenhouses in the conditions of the IV light zone of Ukraine, the use of grafted seedlings requires precocious determinant hybrids that have a high frequency of laying inflorescences, are suitable for thickened plantings and ensure rational use of the volume of the greenhouse. In addition, such plants are better adapted to conditions of insufficient lighting. For these reasons, they can be planted in the early spring cycle of film greenhouses, without heating, in the third decade of March.

According to the results of the studies conducted in the conditions of film greenhouses, the possibility of using the Beaufort F₁ tomato hybrid as a rootstock in the cultivation of the Dual Large F₁ deterministic tomato hybrid with grafting by splicing has been substantiated.

The results of the experimental studies showed the expediency of using waste from the industrial production of sunflower husks and hardwood sawdust as organic fillers in the nutrient soil mixture when growing grafted tomato seedlings. It is worth noting that the mixtures, which included sawdust and sunflower husks together with leafy soil, were characterized by good air permeability and water permeability, which provided excellent conditions for the development of the root system of tomato seedlings for growing in open ground. The best nutrient mixtures for soil cultivation of grafted tomato seedlings turned out to be: 50 % leafy soil + 50 % EM compost, as well as 70 % leafy soil + 30 % hardwood sawdust.

Key words: organic fillers, nutritious soil mixtures, tomato seedlings, rootstock, film greenhouse.

Постановка проблеми. Вирощування якісної розсади – агротехнічний прийом, який значно впливає на весь подальший хід розвитку рослин. Одержання продукції томату в ранні терміни та розтягування періоду надходження її з відкритого ґрунту можливі лише за розсадного способу обробітку. Розсадний метод має багато переваг, тому широко поширений у всіх країнах світу, які займаються вирощуванням овочів [1, с. 147]. Одним із недоліків цього методу є пошкодження кореневої системи при пересадці розсади у відкритий ґрунт. Щоб максимально зберегти коріння розсади при її вибірці для висадки у відкритий ґрунт застосовують вирощування в поживних кубиках, горщиках, стаканчиках, наповнених спеціальною поживною сумішшю, або в пористих касетах, наповнених різними субстратами [2, с. 8]. Щоб виростити хорошу розсаду, необхідно знати потребу рослин томату в умовах, що визначають нормальне зростання та розвиток рослин у розсадний період. Умови мікроклімату, що складаються в захищеному ґрунті, є основними для отримання якісного посадкового розсадного матеріалу [3, с. 26; 4, с. 63].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментальні дослідження проводилися вченими багатьох країн світу, серед яких особливої уваги заслуговують дослідження українських вчених [5, с. 162].

Існують кілька різних видів щеплення рослин, проте головну увагу більшість дослідників приділяє саме підбору підщепи [6, с. 184]. Однак, питання вибору способу щеплення також потребує детального вивчення. Разом з тим, що при вирощування щеплених рослин томату в умовах захищеного ґрунту виникає потреба у розробці технологічного регламенту формування рослин різного ступеня детермінантності за різних різних способів щеплення. Тому дослідження набувають актуальності [7, с. 18; 8, с. 11].

Постановка завдання. Метою роботи був підбір органічних наповнювачів для поживних сумішей при вирощуванні розсади томату в умовах плівкових теплиць без обігріву.

Дослідження проводили в лабораторії камеральних досліджень кафедри загального землеробства Центрально-українського національного технічного університету та у виробничих умовах ФОП Горбенка В.С. протягом 2020–2021 років.

Визначити вплив складу органічних наповнювачів на якість розсади детермінантного гібриду томату виробництва Ergon Seeds Голландія Дуал Лардж F₁. В якості підщепи використовували гібрид томату Бьюфорт F₁ Tm CNVF1Fr. [9, с. 64]. Спосіб щеплення – зрощенням [10, с. 89]. Щеплену розсаду на постійне місце висаджували у III декаді березня – I декаді квітня за схемою (100+60) × 45–50 см при ін'єкційному краплинному зрошенні. Щільність посадки 2 рослин на м² [11, с. 155]. Після висадки рослини поливали під корінь розчином EM Агро+EM 5М з розрахунку 1,5–2,0 л. Схема досліду: 1) листяна земля 100% – контроль; 2) листяна земля 50% + EM компост 50%; 3) листяна земля 70% + лушпиння соняшнику 30%; 4) листяна земля 70% + тирса 30%. Дослід проводили згідно з рекомендаціями [12, с. 40; 13, с. 38; 14, с. 9]. Площа посівної ділянки – 12 м², облікової – 7 м². Повторність у дослідах – триразова. Достовірність експериментальних даних оцінювали методами математичної статистики [15, с. 74].

Виклад основного матеріалу дослідження. Важливе значення для вирощування розсади томата має температурний режим. Підтримка оптимального температурного режиму забезпечує швидке отримання сходів та скорочує період посіву – сходи. У цей період температура повинна підтримуватись не нижче +18–21 °С [16, с. 36].

У наших дослідженнях температурні умови у теплиці були близькі до рекомендованих. Після появи сходів температура повітря знижувалась і протягом 7–8 діб підтримувалася на рівні +14–16 °С (див. рис. 1).

Таке зниження температури сприяло наростанню кореневої системи, покращенню забезпечення рослин елементами живлення. Надалі середньодобова температура повітря була +20–22 °С. У наших дослідах під впливом сонячної радіації температурний режим повітря в плівковій теплиці неоднаковий протягом доби.

Вранці температура повітря у квітні становила +13–14 °С, в обідній час вона піднімалася до +25–27, а у вечірній час – у межах +16–17 °С. У квітні опівдні температура повітря в теплиці в окремі дні піднімалася до +35–39 °С, внаслідок чого доводилося застосовувати вентиляцію. Починаючи з третьої декади квітня температура повітря відкритого ґрунту за роки досліджень перевищувала в середньому на 1,8–2,3 °С аналогічні показники другої декади. У квітні вона змінювалася від +17,9 до +21,6 °С, з другої декади середньодобові показники температури були близькі до оптимальних для вирощування розсади

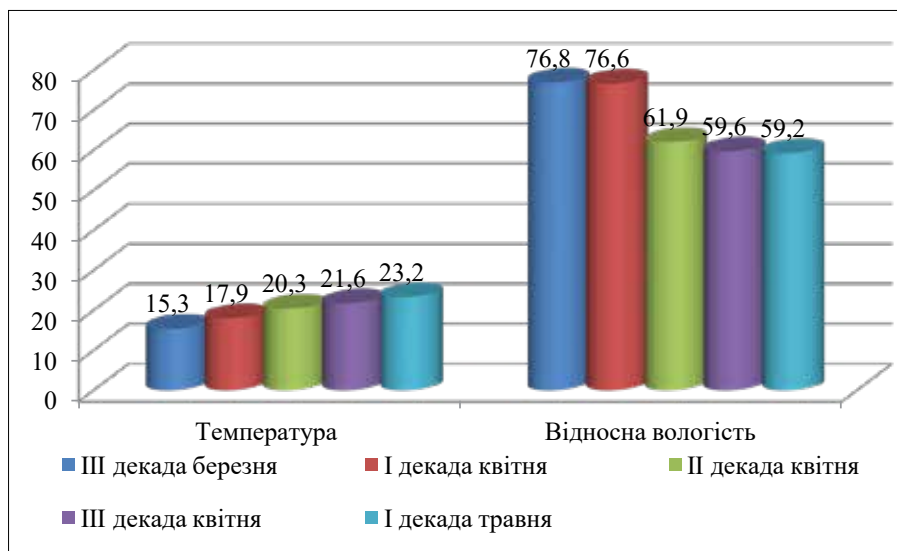


Рис. 1. Температура та відносна вологість повітря у теплиці під час вирощування розсади (середнє 2020–2021 роки)

Ми також проводили спостереження за режимом вологості повітря в теплиці при вирощуванні розсади. Чим вище надходження енергії сонця на одиницю площі споруди і вище температура повітря в ньому, тим нижча відносна вологість повітря. Оптимальним є підтримання відносної вологості повітря у теплиці при вирощуванні розсади томату в межах 60–65%. У досвіді відносна вологість повітря в теплиці у всі години її вимірювання була низькою. Особливо низькі показники були відзначені в обідній годинник. Так середні показники вологості у третій декаді березня та першій декаді квітня становили 76,8–76,6% та були найбільшими. З підвищенням температури повітря у теплиці, вологість повітря у другій-третьій декаді квітня знизилася на 14,7–17,0%. Аналогічне зниження вологості повітря відзначалося і в першій декаді травня

Важлива умова вирощування розсади – правильний підбір складу ґрунтової суміші. Листяна земля, що використовується фермерськими господарями для приготування суміші при вирощуванні розсади, у більшості випадків має підвищену щільність. Використання тільки листяної землі в якості субстрату призводило до швидкого руйнування його структури від поливів, що знижувало якість одержуваної розсади. Запасів даного виду субстрату для приготування поживних сумішей на території Кіровоградської області достатньо, тому в якості розпушувачів нами були апробовані різні матеріали органічного походження – лушпиння соняшнику та тирса дерев листяних порід.

Перед посівом насіння калібрували, обробляли біопрепаратом ЕМ 5М. Посів насіння проводили у другій декаді березня (див. рис. 2).

Перші сходи з'явилися на 6–7 добу, а масові 8–11 добу. У цей період полив проводили кожні 3–5 діб. Склад поживної суміші вплинув на схожість насіння (див. табл. 1).

Найбільша схожість насіння томату була отримана на варіанті листяна земля 50% + ЕМ компост 50–92,3%. Близькі до цього показника були отримані сходи на варіанті листяна земля 70% + тирса 30–91,2%.



Рис. 2. Посів насіння томату у пластикові касети
(листяна земля 50 % + ЕМ компост 50 %)

Подальший догляд за розсадою полягав у поливах та підживленнях мінеральними добривами. Перше підживлення проводили з появою двох справжніх листків, друге – через 8–10 діб, третє – за тиждень до висадки розсади у відкритий ґрунт – I декада травня (див. рис. 3) [17, с. 81].

Таблиця 1

**Вплив сумішей різного складу на схожість насіння
(середнє за 2020–2021 роки)**

Варіант досліду	Схожість насіння, %			
	2010	2011	2012	середнє
Листяна земля 100 % – контроль	82,1	79,2	82,6	81,3
Листяна земля 50 % + ЕМ компост 50 %	93,0	90,4	93,5	92,3
Листяна земля 70 % + лушпиння соняшнику 30 %	89,8	88,6	90,4	89,6
Листяна земля 70 % + тирса 30 %	91,8	89,1	92,7	91,2
НІР ₀₅	2,9	2,6	3,2	–



Рис. 3. Щеплена розсада томатів перед висадкою у відкритий ґрунт

Морфологічний аналіз розсади перед висадкою у відкритий ґрунт показав, що рослини двох варіантів: розсада, вирощена на суміші, що складалася з 50 % листяна земля + 50 % ЕМ компосту та, до складу якої входили з 50 % листяна земля + 50 % тирса, суттєво перевищували контроль за всіма показниками: довжині, діаметру стебла та кількості листя (див. табл. 2).

Таблиця 2

**Показники якості розсади томату на сумішах різного складу
(середнє за 2020–2021 роки)**

Варіант дослідю	Довжина розсади, мм	Діаметр стебла, мм	Кількість листків, шт.
Листяна земля 100 % – контроль	165	5,3	10
Листяна земля 50 % + ЕМ компост 50 %	258	6,3	13
Листяна земля 70 % + лушпиння соняшнику 30 %	205	6,0	11
Листяна земля 70 % + тирса 30 %	243	6,1	13
НІР ₀₅	32,4	1,0	1,8

За такими показниками як сира маса листя та стебел, площа листової поверхні також було відзначено суттєве перевищення на варіантах з використанням суміші, що складалася з 50 % листяної землі + 50 % ЕМ компосту та варіанті з 70 % листяної землі + 30 % тирси (див. табл. 3).

Таблиця 3

**Сира маса щепленої розсади томату на сумішах різного складу
(середнє за 2020–2021 роки)**

Варіант дослідю	Сира маса, г			Відношення ваги листя до стебла	Площа листя, см ²
	листя	стебла	усієї рослини		
Листяна земля 100 % – контроль	12,4	18,6	31,0	0,66	209,7
Листяна земля 50 % + ЕМ компост 50 %	19,5	25,1	44,6	0,78	273,4
Листяна земля 70 % + лушпиння соняшнику 30 %	15,7	21,8	37,5	0,72	210,3
Листяна земля 70 % + тирса 30 %	16,2	22,3	38,5	0,73	214,2
НІР ₀₅	5,7	6,3	6,9	$F_{\Phi} < F_T$	34,8

Листяна земля за період вирощування розсади сильно ущільнилася, після поливів на поверхні утворилася кірка, в результаті чого рослини на контрольному варіанті зазнавали пригнічення та відставали в рості та розвитку від рослин, вирощених на суміші з включенням лушпиння соняшнику та тирси.

Таким чином, результати проведених досліджень показали доцільність використання відходів промислового виробництва (лушпиння соняшнику та тирси) в якості компонентів приготування поживної суміші при вирощуванні розсади томату. Суміші, до складу яких входили разом з листяною землею тирса та лушпиння соняшнику, відрізнялися доброю повітря- та водопроникністю до кореневої системи. Найкращими сумішами для вирощування щепленої розсади томату виявилися: 50 % листяної землі + 50 % перегною, а також 70 % листяної землі + 30 % тирси. Вони забезпечували отримання високоякісної розсади для відкритого ґрунту.

Висновки і пропозиції. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що в умовах Кіровоградської області в якості наповнювачів при

приготування поживної суміші для вирощування розсади томату в касетах доцільне використання відходів агропромислового виробництва – лушпиння соняшнику та деревообробної промисловості – тирса листяних порід. Суміші, до складу яких входили разом із листяною землею тирса та лушпиння соняшнику, відрізнялися доброю повітря- та водопроникністю для кореневої системи щепленої розсади детермінантного гібриду томату виробництва Ergon Seeds Голландія Дуал Лардж F₁. Найкращими сумішами для вирощування розсади томату виявилися: 50% листяної землі + 50% ЕМ компосту, а також 70% листяної землі + 30% тирси. Вони забезпечували отримання високоякісної розсади для відкритого ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гурін М.В. Екологічна пластичність і стабільність продуктивності у гібриді F₁ томата. *Овочівництво і баштанництво*. 2012. Вип. 58. С. 145–151.
2. Ткаленко Г. М. Захист томатів у теплицях. Мікробіологічні препарати в технологіях захисту томатів від хвороб у закритому ґрунті. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 9. С. 7–10.
3. Азарков О. М. Хвороби в'янення томата закритого ґрунту – симптоми та діагностика. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 6. С. 26.
4. Ілюк Н.А. Щеплення помідора та його продуктивність. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. Київ : Алефа, 2005. № 1. С. 60–65.
5. Чайка Т. О. Ефективність органічного сільського господарства в Україні. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 4. С. 160–164.
6. Куракса Н.П., Крутько Р.В. Селекція нових сортів томата для дрібнотоварного господарств населення. *Овочівництво і баштанництво*. 2013. № 59. С. 181–186.
7. Буйна О.І., Буйний О.В., Рогач В.В., Кур'ята В.Г. Вплив регуляторів росту з протилежним напрямом дії на морфогенез, листковий апарат та продуктивність томатів. *Таврійський науковий вісник: науковий журнал*. Херсон : «Гельветика», 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 14–24.
8. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. *Спецвипуск журналу Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту*. 2015. С. 2–15.
9. Ілюк Н.А. Підщепка Бьюфорт та її використання для щеплення помідора в закритому ґрунті. *Українська наука в мережі Інтернет : матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (26–28 лютого 2006 р.)*. Київ, 2006, С. 64–65.
10. Ковальов М.М., Вплив способу щеплення томату на його продуктивність в умовах плівкових теплиць. *Аграрні інновації Рецензований науковий журнал*. № 13. 2022. Видавничий дім «Гельветика». С. 87–92.
11. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Корнічева Г.І. Продуктивність томату залежно від схеми посадки. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 128. Видавничий дім «Гельветика», 2022. С. 153–162.
12. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідження овочів і баштанних культур. Харків : Основа, 2001. 370 с.
13. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.
14. ДСТУ 6008:2008. Томат. Технологія вирощування. Загальні вимоги [Чинний від 22.12.2008]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 18 с.
15. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Багатовимірний статистичний аналіз : начальнометодичний посібник для студентів математичних та економічних фахів. Одеса : Астропринт, 2015. 132 с.
16. Ковальов М.М., Кулик Г.А., Мащенко Ю.В. Продуктивність індетермінантних гібридів томату залежно від органічних мульчуючих матеріалів

та краплинного зрошення. *Аграрні інновації Рецензований науковий журнал*. 2022. № 12. Видавничий дім «Гельветика», С. 34–40.

17. Ковальов М. М. Резніченко В. П. Оцінка якісних показників підземних вод для систем ін'єкційного мікрозрошення за вирощування томату розсадним способом. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал Сільськогосподарські науки*. Вип. 115. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 76–84.

УДК 635.658:547.96

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.11>

ЗАХИСТ ПОСІВІВ НУТУ І СОЧЕВИЦІ ВІД БУР'ЯНІВ

Кривенко А.І. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри захисту, генетики і селекції рослин,
Одеської державний аграрний університет

Соломонов Р.В. – к.с.-г.н.,
старший дослідник, доцент кафедри польових і овочевих культур,
Одеської державний аграрний університет

Висвітлено проблему захисту посівів нуту і сочевиці від різних шкідливих організмів в тому числі і бур'янів. Показано захист від шкідників і хвороб широким спектром хімічних препаратів, які підвищують польову схожість насіння, позитивно впливають на початковий ріст рослин, не гальмують біологічної азотфіксації. Розроблений і рекомендований оптимальний сортимент та дозування препаратів у боротьбі з найбільш шкідливими бур'янами. Ефективним виявилась суміш гербіцидів таких як Базагран з нормою 1,5 л/га + Пульсар – 0,5 л/га. Також відображена позитивна залежність використання суміші гербіцидів на площу листової поверхні і фотосинтетичний потенціал сортів нуту. Вплив хімічних обробок на показники структури урожаю та якості продукції, зокрема вмісту білка в насінні. Застосування комплексної системи захисту рослин нуту та сочевиці від бур'янів, збудників хвороб і шкідників дозволить створити ефективну систему насінництва цих культур поряд з виведенням і впровадженням у виробництво високоадаптивних сортів, здатних забезпечити економічно обґрунтований рівень урожайності. Особливо важливо застосовувати оптимальну технологію вирощування насіння у наші часи, коли має місце постійна варіабельність головних погодних факторів, кількості опадів і добових температур, що суттєво впливає на стабільність виробництва. Для вивчасних культур, крім високого рівня адаптивності для реалізації потенціальної продуктивності, важливе значення має рівень симбіотичної азотфіксації, що дозволяє підвищити урожайність на 10–20%. У цьому напрямі будуть виявлені та реалізовані найбільш ефективні за азотфіксувальною здатністю штами бульбочкових бактерій. Нут і сочевиця найбільше підходять для виробництва у степовій зоні України, де в наші дні виникла серйозна проблема з попередниками для озимої пшениці. Шляхом розширення посівів гороху, нуту і сочевиці можливо успішно її вирішити за короткий період. Крім того, за рахунок значних зборів товарного насіння зернобобових культур підвищиться конкурентоспроможність України на зовнішніх ринках і суттєво зросте економічна віддача сівозмін у цілому.

Ключові слова: нут, сочевиця, ґрунтові та страхові гербіциди, продуктивність, видовий склад бур'янів.

Kryvenko A.I., Solomonov R.V. Protection of chickpea and lentil crops from weeds

The problem of protecting chickpea and lentil crops from various harmful organisms, including weeds, is highlighted. Protection against pests and diseases with a wide range of chemical preparations, which increase the field germination of seeds, have a positive effect on the initial growth of plants, and do not inhibit biological nitrogen fixation, is shown. The optimal

assortment and dosage of drugs in the fight against the most harmful weeds has been developed and recommended. A mixture of herbicides such as Bazagran at a rate of 1.5 l/ha + Pulsar – 0.5 l/ha proved to be effective. The positive dependence of the use of a mixture of herbicides on the leaf surface area and the photosynthetic potential of chickpea varieties is also shown. The influence of chemical treatments on indicators of crop structure and product quality, in particular, protein content in seeds. The application of a complex system of protection of chickpea and lentil plants from weeds, pathogens and pests will allow creating an effective system of seed production of these crops along with the breeding and introduction into production of highly adaptive varieties capable of ensuring an economically justified level of productivity. It is especially important to use the optimal technology of growing seeds in our time, when there is a constant variability of the main weather factors, the amount of precipitation and daily temperatures, which significantly affects the stability of production. For the studied cultures, in addition to a high level of adaptability to realize potential productivity, the level of symbiotic nitrogen fixation is important, which allows to increase productivity by 10–20%. In this direction, the most effective nitrogen-fixing strains of nodule bacteria will be identified and implemented. Chickpeas and lentils are most suitable for production in the steppe zone of Ukraine, where nowadays there is a serious problem with the predecessors of winter wheat. By expanding the crops of peas, chickpeas and lentils, it can be successfully solved in a short period of time. In addition, due to the significant collection of marketable seeds of leguminous crops, the competitiveness of Ukraine on foreign markets will increase and the economic return of crop rotations in general will increase significantly.

Key words: chickpea, lentil, soil and insurance herbicides, productivity, species composition of weeds.

Зернобобові культури відіграють важливу роль в аграрному секторі нашої планети. По-перше, це є найбільш важливе джерело високоякісного білка як для харчування людей, так і годівлі сільськогосподарських тварин і птиці. По друге, вони виділяються значною позитивною роллю в сівозмінах, так як здатні засвоювати азот із атмосфери за рахунок бульбочкових бактерій та покращувати засвоєння фосфорних сполук шляхом взаємодії корисних ендомікорізних грибів і кореневої системи. Такі кореневі мікробні популяції, які формуються в прикореневій зоні (ризосфері), не тільки забезпечують рослини головними елементами живлення, а й сприяють захисту від багатьох патогенних мікроорганізмів, які мешкають в ґрунті. Особливо це відноситься до таких шкочочинних родів як *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Phytophthora*, *Pythium*. Таким чином, введення в сівозміну цієї групи культур дозволяє в значній мірі оздоровити ґрунт й одержати більш здорову продукцію. Це має особливе значення при вирощуванні органічної продукції, а також в насінницьких сівозмінах, так як якість насіння в значній мірі залежить від ураженості різними мікроорганізмами [1].

В Україні найбільші площі займають такі зернобобові культури як соя і горох. В останні роки значна увага сільгоспвиробників прикута також до нуту та сочевиці. Їх розповсюдження та роль в сівозміні дуже залежить від зони вирощування та специфікації господарств [2, р. 51].

Надзвичайно високі ціни на товарне насіння нуту та сочевиці в 2016–2017 рр. визвали значну зацікавленість ними сільгоспвиробників. Тому в 2018 році посівні площі під ними виростили в декілька разів. Але одночасно виникла й низка проблем, особливо за вирощування нуту. Перша із них – це боротьба з бур'янами. На сьогоднішній день не рекомендовано ні одного страхового гербіциду для знищення широколистяних бур'янів у посівах цих культур. Наші дослідження показали, що певні суміші ґрунтових гербіцидів є ефективними на початкових фазах росту рослин, але їх дії недостатньо для одержання якісного насіння. Як правило, такі посіви заростають бур'янами на початку цвітіння і в подальшому кількість і маса бур'янів тільки зростають. За такого стану одержати якісне насіння неможливо. Тому подальші наші дослідження направлені на послідовне використання як ґрунтових, так і страхових гербіцидів. Такий підхід застосовують в Індії, Канаді,

Австралії, хоча поки що й тут не одержано задовільних результатів. Іншою проблемою є значна кількість хвороб і шкідників. Тому обов'язковим є протруєння насіння. Наші дослідження показали, що кращими препаратами слугують Вітавакс (2,5 л/т), Ламардор (0,2 л/т), Ламадор Про (0,5 л/т), Максим Стар (1,5 л/т), Вінцит форте (1,25 л/т), Оріус універсал ES (1,75–2,0 л/т), Юнта Квадро (1,5 л/т) і Селект Топ (1,0 л/т). Вони підвищують польову схожість насіння, позитивно впливають на початковий ріст рослин, не гальмують біологічної азотфіксації [3, с. 95–98].

Найбільшої шкоди посівам нуту завдає бавовникова совка (*Helicoverpa armigera*). Вона відноситься до поліфагів і паразитує на 120 видах рослин, головним чином на таких культурах, як соя, кукурудза, томати, горох, соя, сорго тощо. До недавнього часу шкідник був розповсюджений, в основному, в степовій зоні, але у зв'язку з потеплінням клімату повністю окупував останніми роками лісостепові райони. Як правило, розвивається у двох поколіннях. Проти совок ефективні дворазове оброблення посівів інсектицидами під час масового льоту та відкладання яєць, що співпадає з фазами розвитку «цвітіння – початок бобоутворення». Рекомендовані препарати Коннект (0,5 л/га), Борей (0,1–0,14 л/га), Борей Нео (0,2–0,3 л/га), Протеус (0,5–0,75 л/га), Каліпсо (0,18 л/га), Енжіо (0,18 л/га), Брейк (лямбда-цигалотрин, 0,07–0,12 л/га), Карате Зеон (лямбда-цигалотрин, 0,2–0,3 л/га), Децис f-Люкс (дельтаметрин, 0,25–0,5 л/га), Децис Профі (дельтаметрин, 0,04 кг/га), Актелік (піроміфос-метил, 1,0 л/га), Сірокко (диметоат, 0,5–1,0 л/га), Вантекс (гамма-цигалотрин, 0,04–0,06 л/га), Варант (імідаклопрід, 0,3–0,4 л/га), Цезар (біфентрін, 0,2 л/га). Таким чином, лише наявність комплексної системи захисту рослин нуту та сочевиці від бур'янів, збудників хвороб і шкідників дозволить створити ефективну систему насінництва цих культур поряд з виведенням і впровадженням у виробництво високоадаптивних сортів, здатних забезпечити економічно обґрунтований рівень урожайності. В останні роки нами випробувано значний набір колекційних зразків нуту і сочевиці за рівнем посухостійкості та толерантності до хвороб, виділені генотипи, які поєднують ряд господарсько цінних ознак.

У наступні роки будуть вивчені та апробовані у виробництві найбільш важливі елементи технології вирощування зернобобових культур зокрема нут і сочевиця, які впливають на урожайність та якість насіння. Особлива увага буде зосереджена на ролі сівозмін, методах боротьби з бур'янами, застосуванні біологічних препаратів та мікроелементів, системі добрив.

Особливо важливо застосовувати оптимальну технологію вирощування насіння у наші часи, коли має місце постійна варіабельність головних погодних факторів, кількості опадів і добових температур, що суттєво впливає на стабільність виробництва. Для вивчаємих культур, крім високого рівня адаптивності для реалізації потенціальної продуктивності, важливе значення має рівень симбіотичної азотфіксації, що дозволяє підвищити урожайність на 10–20%. У цьому напрямі будуть виявлені та реалізовані найбільш ефективні за азотфіксувальною здатністю штами бактерій.

Мета досліджень У процесі розробки оптимальних технологій вирощування насіння нуту і сочевиці будуть виявлені найкращі попередники і методи обробітку ґрунту, з метою створення найбільш сприятливого для рослин водного, повітряного і фітосанітарного режимів, а також захисту ґрунту від водної і вітрової ерозії. Враховуючи наявність здатності до азотфіксування, система удобрення буде враховувати поступання азоту від цього процесу. Будуть вивчені строки і способи сівби, норми висіву, методи боротьби з хворобами, бур'янами і шкідниками.

Важливо відмітити, що для знищення бур'янів будуть застосовуватись як хімічні, так і агротехнічні засоби. Окремі елементи даної технології будуть апробовані в ряді господарств степової та лісостепової зон України.

Важливо відмітити, що ці культури найбільше підходять для виробництва у степовій зоні України, де в наші дні виникла серйозна проблема з попередниками для озимої пшениці. Шляхом розширення посівів гороху, нуту і сочевиці можливо успішно її вирішити за короткий період. Крім того, за рахунок значних зборів товарного насіння зернобобових культур підвищиться конкурентоспроможність України на зовнішніх ринках і суттєво зросте економічна віддача сівозмін у цілому.

Недавно по аналогії зі сочевицею в Канаді, в геномі нуту виявлено точкову мутацію гена ANAS (ацетогідроксиацетатсинтаза), що кодує синтез першого ензиму, який каналізує синтез амінокислот з розгалуженим ланцюгом. За дії імідазолінових гербіцидів у природних форм рослин синтез амінокислот пригнічується, що визиває їх швидку загибель. Мутація цього гену призводить до заміни амінокислоти Ala 205 на Val 205. За такого стану не відбувається приєднання гербіциду до молекули ензиму, що надає таким генотипам стійкості до цієї групи гербіцидів. Доцільним є ідентифікація гену ANAS, вивчення його структури, виявлення молекулярних маркерів, аналіз вихідного матеріалу нуту і сочевиці на наявність генетичних детермінант стійкості до гербіцидів. Проведені нами дослідження на значному об'ємі колекційних зразків нуту не виявили мутантного гена, який би забезпечував стійкість рослин нуту до імідазолінових гербіцидів [4, с. 73–74].

Результати досліджень У попередні роки (2017–2021 рр.) ми оцінили значний набір ґрунтових гербіцидів у посівах нуту та сочевиці. На жаль, у цих дослідженнях не вдалося досягнути достатнього зниження рівня забур'яненості посівів. У цей період були застосовані в дослідженнях у різних концентраціях такі ґрунтові гербіциди нового покоління як Проніт, Панда, Зенкор, Дуал, Прометрин, а також такі суміші як Дуал + Прометрин і Панда + Прометрин. Крім того, був вивчений ефект дії таких страхових гербіцидів як Пікадор (імазетапір), ІМІ-Віт (імазамокс), Євролайтинг (імазетапір + імазамокс), Гелендж (аклоніфен), Верег тріо (метолахлор + тербутилазин + мезотріон), Пульсар (імазамокс). Застосовували також такі суміші ґрунтових і страхових гербіцидів як Зенкор + Пікадор і Зенкор + Пульсар. На жаль, ні в одному варіанті ми не одержали достатнього рівня чистих посівів. У варіантах з такими гербіцидами як Євроленд і Пульсар спостерігали пригнічення рослин, пожовтіння листя як у нуту так і сочевиці.

Рослини сочевиці значно краще конкурували з бур'янами порівняно з нутом. Тому внесення таких гербіцидів як Зенкор і Прометрин забезпечило відносно чисті посіви культури. Задовільне знищення та пригнічення бур'янів спостерігали також у варіантах зі застосуванням суміші Дуал + Прометрин в дозах 1+2 л/га і 1,5+4 л/га.

Проведені дослідження показали, що посіви сочевиці значно легше захистити від бур'янів, ніж нуту. Ми вважаємо, що такий стан можливо пояснити більшою конкурентною здатністю рослин сочевиці, які досить густо розміщені на поверхні ґрунту, в результаті чого створюється щільний покрив, який не пропускає сонячні промені.

Враховуючи той стан з системою захисту нуту та сочевиці від бур'янів у поточному році ми продовжували пошуки ефективного гербіцидного асортименту, постільки без вирішення цієї проблеми неможливе вирощування цих культур як при одержанні товарної продукції, так і в системі насінництва. У цей період ми

вирішили дослідити вплив на забур'янення посівів сумішей страхових гербіцидів. У експерименти залучили один із найбільш використовуваних на посівах зернобобових культур гербіцид Базагран, який застосовували разом з гербіцидом Пульсар, який виділяється високою активністю проти дводольних бур'янів, які знаходяться у фазі 2–3 листків, у посівах сої. Наші пробні дослідження показали, що обидва ці гербіциди краще вносити в суміші в половинних дозах. Тому в робочій програмі суміш складали із 1,5 л/га Базаграну та 0,5 л/га Пульсару.

Післясходове обприскування посівів проводили у фазі 3–5 листків у рослин нуту, в цей же час інтенсивно з'являються сходи бур'янів, які дуже чутливі до дії гербіцидів. У цей період особливо ефективно ця суміш діє на проростки лободи білої, які знищувались на 92–95%. Запізнення з внесенням приводило лише до пригнічення рослин лободи, вони не гинули повністю. Імазетапір пригнічує дію ферменту ацетоллактатсинтазу, який контролює синтез амінокислот. Він поглинається як листовою поверхнею, так і кореневою системою, тобто характеризується контактною дією. При потраплянні в рослину вже через годину накопичується в точках росту, визиваючи хлороз молодих листків, затримку росту та відмирання рослин.

Забур'яненість посівів нуту визначали за кількістю бур'янів, які підраховували на майданчику 1 м² за діагоналлю ділянки в 10 точках на початку вегетації й перед збиранням урожаю. Результати досліджень свідчать, що посіви нуту мали змішаний тип забур'яненості з перевагою однорічних злакових видів, які складали 75–80% від загальної кількості. З ранніх ярих домінували гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus*), а з пізніх – просо куряче (*Echinochlaerus-galli* L.), мишій сизий (*Seteria glauca* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), щиріця звичайна (*Amarantus retriflexus* L.). Багаторічні коренепаросткові були представлені берізкою польовою (*Convolvulus arvensis*) та латуком татарським (*Latusca tatarica*). Співвідношення видів бур'янів у експериментальних варіантах наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив гербіцидного фону на забур'яненість посівів нуту, шт./м²

Гербіцидний фон	Кількість бур'янів			
	Однорічні		Багаторічні коренепаросткові	всього
	злакові	широколистяні		
У фазі 3–5 листочків на рослинах нуту				
Без внесення гербіцидів (фаза 3–5 листочків)	108	96	10	154
Пульсар	26	8	1	35
Базагран	26	9	2	37
Пульсар+Базагран	20	8	1	29
Перед збиранням				
Пульсар	18	2	6	26
Базагран	21	3	6	30
Пульсар+Базагран	14	3	5	22

Із даних таблиці 1 видно, що за внесення гербіцидів Пульсар і Базагран у чистому вигляді загальна кількість бур'янів на початку вегетації знизилась у 4,4 і 4,2 рази відповідно, а за використання їхньої суміші – у 5,3 рази. Перевага бакової суміші зберігалася і до збирання. Цей варіант найбільш ефективно діє на гірчак березкоподібний, щиріцю звичайну, берізку польову. На посівах залишилися

частково рослини мишію сизого й курячого проса. В експериментальних варіантах не спостерігали зрідження густоти нуту.

Для одержання високої врожайності необхідно сформувати оптимальну площу листової поверхні, щоб фотосинтезуюча система ефективно поглинала активну радіацію з метою синтезу максимальної кількості органічної речовини. Тому потрібно уникати загінення листя в середніх й особливо нижніх ярусах рослин. Крім того, за максимальної площі листків збільшуються витрати вологи на випаровування. Наші дослідження показали, що застосування суміші вивчаємих гербіцидів у певній мірі збільшувало листову поверхню (табл. 2).

Таблиця 2

Площа листків у сортів нуту в залежності від використаних гербіцидів, тис. м²/га

Вид гербіциду	Фаза розвитку рослин нуту		
	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів
Сорт Розанна			
Пульсар	6,7	15,5	22,7
Базагран	6,5	15,8	22,2
Базагран (1,5)+Пульсар (0,5)	7,0	16,8	24,4
Сорт Пам'ять			
Пульсар	7,2	16,3	23,8
Базагран	7,1	16,5	24,1
Базагран (1,5)+Пульсар (0,5)	7,4	17,2	25,2
Сорт Тріумф			
Пульсар	7,4	17,2	25,2
Базагран	7,3	17,1	24,9
Базагран (1,5)+Пульсар (0,5)	7,7	17,9	26,2

Виходячи з результатів таблиці 2 можливо визначити тенденцію в усіх трьох сортів, що бакова суміш гербіцидів Пульсар і Базагран збільшувала площу листків порівняно з використанням кожного із них окремо у чистому вигляді. Пояснити таку ситуацію можливо тим, що у посівах з меншою кількістю бур'янів склалися кращі умови для розвитку рослин нуту.

Фотосинтетичний потенціал вивчаємих сортів нуту також у певній мірі залежав від застосованого в досліді гербіциду (табл. 3).

Не дивлячись на те, що різниця за даною ознакою між варіантами виявилась незначною, позитивна тенденція проявилась у всіх трьох сортів за зниженого використання гербіцидів. Таким чином листову поверхню рослин нуту працювала більш ефективно за наявності меншої кількості бур'янів у посіві.

Незначна кількість бур'янів у варіантах з внесенням суміші гербіцидів, більш висока площа листової поверхні та покращена її робота впродовж вегетаційного періоду привели до збільшення врожайності всіх вивчаємих сортів (табл. 4).

У 2022 році спостерігали досить посушливі умови, тому врожайність нуту виявилась невисокою. Незважаючи на те, всі три сорти у варіанті з внесенням суміші Базагран + Пульсар дали більшу врожайність ніж за використання їх кожного окремо. Аналіз структури продуктивності показав, що, в основному, приріст урожайності був обумовлений більшою кількістю бобів на рослині та крупнішим насінням (табл. 5).

Таблиця 3

**Фотосинтетичний потенціал посівів нуту
в залежності від внесеного гербіциду, млн м²/га**

Вид гербіциду	Фаза розвитку рослин нуту		
	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів
Сорт Розанна			
Пульсар	0,13	0,21	0,41
Базагран	0,12	0,20	0,39
Базагран (1,5)+Пульсар (0,5)	0,13	0,22	0,44
Сорт Пам'ять			
Пульсар	0,13	0,20	0,41
Базагран	0,13	0,20	0,40
Базагран (1,5)+Пульсар (0,5)	0,13	0,21	0,42
Сорт Тріумф			
Пульсар	0,13	0,23	0,45
Базагран	0,13	0,23	0,44
Базагран (1,5)+Пульсар (0,5)	0,14	0,24	0,47

Таблиця 4

Урожайність насіння нуту в залежності від виду гербіциду, 2022 рік, ц/га

Гербіцидний фон	Сорти		
	Розанна	Пам'ять	Тріумф
Пульсар	10,5	10,8	11,1
Базагран	10,4	11,0	10,6
Базагран (1,5)+Пульсар (0,5)	11,2	11,3	11,7
НСР _{0,5}	0,5	0,4	0,5

Таблиця 5

**Структура продуктивності рослин нуту
в залежності від застосованого гербіциду, 2022 рік**

Гербіцидний фон	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин на рослині, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса насіння з рослини, г
Сорт Розанна				
Пульсар	6,5	10,4	210,9	2,32
Базагран	6,4	11,2	205,5	2,44
Базагран + Пульсар	6,8	11,1	220,3	2,57
Сорт Пам'ять				
Пульсар	7,0	11,1	224,0	2,64
Базагран	6,9	12,3	223,0	2,90
Базагран + Пульсар	7,3	11,9	233,3	2,92
Сорт Тріумф				
Пульсар	7,3	11,6	318,5	3,98
Базагран	7,2	12,9	312,6	4,36
Базагран + Пульсар	7,6	12,3	330,4	4,36
НСР _{0,5}	0,3	0,4	9,9	0,2

Сорти нуту в певній мірі різнились за вмістом білка в насінні (табл. 6). Сорт Пам'ять виділявся дещо підвищеним значенням цього показника.

Таблиця 6
Уміст білка в насінні в залежності від сорту та гербіцидного фону,
2022 рік, % сирого білка

Гербіцидний фон	Сорти		
	Розанна	Пам'ять	Тріумф
Пульсар	25,7	28,2	27,1
Базагран	25,1	28,9	29,1
Базагран + Пульсар	26,6	30,3	28,0

Висновки:

1. На дослідних ділянках нуту спостерігали злаково-широколистяний тип забур'яненості, де переважали такі бур'яни як просо куряче та мишій сизий. Використання страхових гербіцидів сприяло знищенню основної маси бур'янів. Найкращий результат спостерігали за застосування бакової суміші Базаграну в дозі 1,5 л/га та Пульсару за 0,5 л/га.

2. Тріумф виявився найбільш урожайним серед досліджуваних сортів.

3. Приріст урожайності обумовлений більшою кількістю бобів на рослині та крупністю насіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Siva N., Thavarajah P., Kumar S., Thavarajah D. Variability in prebiotic carbohydrates in different market classes of chickpea, common bean, and lentil collected from the American local market. *Frontiers in Nutrition*. 2019. V. 6. P. 38. DOI: 10.3389/fnut.2019.00038.

2. Kashiwagi J., Krishnamurthy L., Purushothaman R., Upadhyaya H.D., Gaur P.M., Gowda C.L.L., Ito O., Varshney R.K. Scope for improvement of yield under drought through the root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Res.* 2015. V. 170. P. 47–54. DOI: 10.1016/j.fcr.2014.10.003.

3. Січкач В.І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур в Селекційно-генетичному інституті УААН. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС*. 2002. № 3 (43). С. 92–103.

4. Волкова Н.Е., Сліщук Г.І. Біоінформатичний аналіз поліморфізму гена, що кодує ацетогидроксиацидсинтазу АНАС нуту. *Наука та технології в епоху інформаційного суспільства* : Міжнародна науково-практична конференція. 03.03.2019 р. Бордо, Франція. Т. 3. С. 73–74.

УДК 633.854.78:631.86:631.559 (477.7)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.12>

ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ НА СТРУКТУРНІ ПОКАЗНИКИ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ФІТОСИРОВИНИ СОНЯШНИКУ ДЕКОРАТИВНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Лаєрись В.Ю. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати чотирирічних досліджень впливу норми висіву насіння на найпринциповіші показники структури врожаю, біологічну та господарську продуктивність, екологічну стабільність та пластичність сучасних гібридів нової для сівозмін Півдня України лікарської культури – соняшника декоративного.

Встановлено, що збільшення показника норми висіву насіння з 50 до 70 тис. шт./га мало істотний негативний вплив на всі без виключення елементи структури врожаю (кількість повноцінних суцвіть на рослині, маса та діаметр кошика, маса повітряно-сухих пелюсток з одного кошика та з однієї рослини): так, за середнього значення 1,4 г (у повітряно-сухій масі) продуктивність одного кошику гібриду зменшувалося від 1,7 до 0,9 г із збільшенням норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га. Абсолютно тотожний характер динаміки прослідковувалася нами і за рештою гібридів: рослини соняшнику декоративного гібриду *Double Sinking F1* формували, в середньому, масу повітряно-сухих пелюсток з одного суцвіття на рівні 0,7 г (коливання склали 1–0,5 г із збільшенням норми висіву насіння), а рослини гібриду *Santa Fe F1* – відповідно 0,8 г (1,0–0,6 г). В середньому за фактором норми висіву насіння, вихід кондиційних суцвіть за роки проведення досліджень склав 76,8 % з коливанням від 97,7 % до 62,2 % із збільшенням норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га. Аналогічний показник за варіантом гібриду *Double Sinking F1* становив 71,7 % і зменшувався від 86,9 % до 60,2 %, а вихід кондиційних кошиків гібриду *Santa Fe F1* коливався від 90,4 % до 58,4 % і склав, в середньому в досліді, 73,2 %.

В середньому за роки проведення досліджень, в досліді нами відмічена абсолютна істотна перевага гібриду *Teddy F1* за підсумковим показником врожайності кондиційної фітосировини над іншими варіантами гібридів культури. Так, за середнього значення врожайності 170,4 кг/га, відміченого за роки проведення досліджень, цей гібрид переважав гібрид *Santa Fe F1* на 105,3 кг/га або 61,8 %. Перевага гібриду *Teddy F1* над гібридом *Double Sinking F1* була ще істотною і складала 120,7 кг/га або 70,8 %, а аналіз індексів пластичності і стабільності гібридів соняшника декоративного дає можливість зробити достовірний висновок щодо істотної переваги гібриду *Teddy F1* порівняно з іншими зразками, що вивчалися в досліді, стосовно толерантності рослин агроценозу щодо проявів несприятливих абіотичних і біотичних факторів оточуючого середовища, насамперед – за показником посухостійкості, що вважається нами найпринциповішою ознакою відповідності того чи іншого зразку умовам вирощування Сухого Степу.

Ключові слова: соняшник декоративний, сучасні гібриди, норма висіву насіння, органічна технологія вирощування, структура врожаю, продуктивність фітосировини, екологічна пластичність.

Lavrys V.Yu. The influence of the rate of seed sowing on the structural parameters and yield of phytowar materials of ornamental sunflower in the conditions of the Southern Steppe

The article presents the results of a four-year study of the influence of the seed sowing rate on the most basic indicators of crop structure, biological and economic productivity, ecological stability and plasticity of modern hybrids of a medicinal crop new for crop rotation in Southern Ukraine – ornamental sunflower.

It was established that an increase in the rate of sowing seeds from 50 to 70,000 seeds/ha had a significant negative impact on all elements of the crop structure without exception (the number of full-fledged inflorescences on a plant, the mass and diameter of the basket, the mass of air-dry petals from one basket and from one plant): yes, with an average value of 1.4 g (in air-dry mass), the productivity of one basket of the hybrid decreased from 1.7 to 0.9 g with an increase in the sowing rate from 50 to 70,000 pieces/ha. The absolutely identical nature of the dynamics was followed by us and the rest of the hybrids: sunflower plants of the decorative hybrid *Double Sinking F1* formed, on average, a mass of air-dry petals from one inflorescence at the level

of 0.7 g (the fluctuation was 1–0.5 g with an increase in the sowing rate seeds), and Santa Fe F1 hybrid plants – 0.8 g (1.0–0.6 g), respectively. On average, according to the factor of seed sowing rate, the yield of conditioned inflorescences during the years of research was 76.8 % with a fluctuation from 97.7 % to 62.2 % with an increase in the sowing rate from 50 to 70,000 pcs. ha. A similar indicator for the variant of the Double Sunking F1 hybrid was 71.7 % and decreased from 86.9 % to 60.2 %, and the yield of conditioned baskets of the Santa Fe F1 hybrid ranged from 90.4 % to 58.4 % and was, on average in the experiment, 73.2 %.

On average, over the years of conducting research, in our experiment, we noted an absolute significant advantage of the Teddy F1 hybrid in terms of the final indicator of the yield of conditioned phytoraw material over other variants of culture hybrids. Thus, for the average yield value of 170.4 kg/ha, noted over the years of research, this hybrid exceeded the Santa Fe F1 hybrid by 105.3 kg/ha or 61.8 %. The advantage of the Teddy F1 hybrid over the Double Sunking F1 hybrid was even more significant and amounted to 120.7 kg/ha or 70.8 %, and the analysis of plasticity and stability indices of decorative sunflower hybrids makes it possible to draw a reliable conclusion about the significant advantage of the Teddy F1 hybrid compared to other samples, which were studied in the research, in relation to the tolerance of agrocenosis plants to manifestations of adverse abiotic and biotic factors of the environment, first of all – according to the indicator of drought resistance, which we consider to be the most fundamental sign of compliance of a particular sample to the growing conditions of the Dry Steppe.

Key words: ornamental sunflower; modern hybrids; seed sowing rate; organic growing technology; crop structure; productivity of phytoraw material; ecological plasticity.

Постановка проблеми. Аналіз сучасного стану вітчизняного ринку рослинницької продукції дає можливість зробити висновок, що «флагманом» напрямку технічних культур (а в окремих агрозонах – і взагалі ведучою польовою культурою) в останні 15–18 років був і залишається соняшник [1; 2]. Науково-обґрунтовану межу насиченості польових сівозмін, що становить 10–12,5 %, перейдено давно і, на нашу думку, безповоротно. Відтак, на перший план сьогодні виходять проблеми, викликані перенасиченістю агроценозів цією, треба визнати, високомаржинальною та технологічною культурою, а саме: все більш прогресуюче погіршення агроеліоративного та фітосанітарного стану агроландшафтів, брак гарних попередників для озимих колосових культур тощо [3]. Не тішимо себе ілюзіями, що ситуація зміниться докорінно у найближчий час, проте вбачаємо за один із цілком реальних способів зменшення гостроти проблеми перегляд «професії» соняшника, а саме розглядання його різновидів крізь призму отримання фітосировини лікарського призначення, що переводить процес вирощування культури на якісно новий рівень. В цьому аспекті, все зростаюча світова популярність багатоквіткового соняшника саме як лікарської рослини оцінюється нами як цілком реальний шанс для вітчизняних аграріїв [4–6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що культура багатоквіткового декоративного соняшника як лікарської культури є абсолютно новою для України, а ті поодинокі (і часто невдалі) спроби окремих суб'єктів господарювання отримати врожаї фітосировини в абсолютній більшості випадків базуються на застосуванні досить емпіричних технологій, побудованих на фрагментарно залучених елементах зональних технологій соняшника олійного [7; 8]. Водночас, зазначена проблема є абсолютною «білою плямою» і в науковому аспекті, систематичні дослідження вітчизняних науковців у даному напрямі не ведуться взагалі, а поодинокі намагання дослідників вивчити окремі елементи технології культури носять, скоріше, фрагментарний характер і не вирізняються системністю [9]. Цей факт, а також те, що попит на фітосировину (висушені пелюстки чоловічих квіток культури) за останні 5 років зріс на світовому ринку більше, ніж у 10 разів, зумовило і сформувало тематику та проблематику наукового дослідження [9; 10].

Постановка завдання. До наукових завдань входило дослідження впливу зростаючої від 50 до 70 тис. шт./га норми висіву насіння на базисні показники структури врожаю гібридів соняшнику декоративного Teddy F1, Double Sunking F1 та Santa Fe F1, їх біологічну та виробничу продуктивність кондиційної фітосировини, а також комплекс показників екологічної стабільності і пластичності стосовно умов вирощування. Реалізація зазначених завдань здійснювалася шляхом закладання двохфакторного польового дослідження і здійснення комплексу спостережень і лабораторних досліджень згідно сучасних методик. Повторність у досліді чотирикратно, загальна площа дослідної ділянки становить 1,1 га, з них захисні смуги – 0,1 га; кількість дослідних ділянок в досліді – 36, загальна площа ділянки першого порядку – 280 м² (довжина – 50 м, ширина – 5,6 м), облікова – 250 м² (довжина – 44,6 м, ширина – 5,6 м). Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених блоків із частковою рендомізацією.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час аналізу результатів дослідження відмічений зворотній характер залежності показника кількості кондиційних (квітучих) суцвіть на 1 рослині від норми висіву культури за всіма варіантами фактору А. Так, за варіантом гібриду Teddy F1 збільшення норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га зумовлювало зменшення кількості квітучих кошиків з 3,4 до 2,6; за гібридом Double Sunking F1 – відповідно з 2,7 до 1,8; за гібридом Santa Fe F1 це зменшення було ще більш істотним і склало від 2,6 до 2,0 суцвіття на 1 рослині. Збільшення норми висіву насіння призводило до істотного зменшення бічних генеративних пагонів I і II порядків, а суцвіття, які формувалися на них на фоні норми висіву 60 і 70 тис./га. в своїй більшості були недорозвинені і або взагалі не починали квітнути, або ж відкривалися не повністю, мали істотні порушення зовнішнього виду і не залучалися до кондиційної продукції. Особливої уваги нами було приділено показникам, що характеризували лінійні розміри суцвіть культури за варіантами дослідження, адже вони зумовлюють якість і продуктивність ручного збирання фітосировини. Лідером у досліді за таким показником, як середня маса кошика (у природно-вологому стані) був також гібрид Teddy F1, маса суцвіття якого склала 47,0 г (від 60,8 до 36,1 г в залежності від загущення посіву). Значення аналогічного показника за варіантом гібриду Double Sunking F1 було 31,0 г (від 42,7 до 18,1 г), за гібридом Santa Fe F1 30,2 г (від 28,4 до 20,2 г). За всіма варіантами гібриду соняшника декоративного у досліді відмічене істотне зменшення показника маси окремого суцвіття (кошика) із збільшенням норми висіву насіння (табл. 1).

Збільшення норми висіву насіння рослин культури в досліді зумовлювало також істотне зменшення показника діаметру суцвіть за всіма варіантами гібридів культури: даний показник у гібриду Teddy F1 зменшувався від 11,7 до 6,3 см за середнього значення 8,7 см; Double Sunking F1 – відповідно від 8,4 до 5,5 см (7,0 см); Santa Fe F1 – від 9,3 до 6,0 см (7,5 см). За всіма варіантами гібридів соняшника декоративного збільшення норми висіву насіння до 70 тис. шт./га викликало зменшення показника середнього діаметру квітучих суцвіть до 6 см і менше, що суттєво ускладнювало ручне збирання кошиків і, найголовніше, майже унеможливило якісне відділення чоловічих пелюсток від суцвіть, негативно позначаючись на підсумковому показникові – продуктивності кондиційної фітосировини за варіантами дослідження. Істотна залежність габітусу окремих суцвіть культури соняшника декоративного від факторів дослідження, відповідно, зумовила і диференційований характер такого дуже важливого господарськоцінного показника, як загальний збір повітряно-сухих пелюсток з одного кошика. Як і за аналізу попередніх

структурних показників урожаю культури, лідером за зазначеним показником у досліді нами відмічений також гібрид Teddy F1: узагальнення експериментального матеріалу за роки проведення досліджень дає можливість зробити висновок, що за середнього значення 1,4 г (у повітряно-сухій масі) продуктивність одного кошику гібриду зменшувалося від 1,7 до 0,9 г із збільшенням норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га. Абсолютно тотожний характер динаміки прослідковувалася нами і за рештою гібридів: рослини соняшнику декоративного гібриду Double Sunking F1 формували, в середньому, масу повітряно-сухих пелюсток з одного суцвіття на рівні 0,7 г (коливання склали 1–0,5 г із збільшенням норми висіву насіння), а рослини гібриду Santa Fe F1 – відповідно 0,8 г (1,0–0,6 г).

Таблиця 1

**Структурні показники врожаю фітосировини гібридів
соняшника багатоквіткового залежно від норми висіву культури
(середнє за 2020–2023 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор В)	Кількість суцвіть на рослині, шт.	Маса кошика, г	Діаметр кошика, см	Маса пелюсток з 1 суцвіття, г (повітряно- суха)	Маса пелюсток з 1 рослини, г (повітряно- суха)
Teddy F1	50	3,4	60,8	11,7	1,7	5,1
	60	3,1	44,2	8,0	1,5	4,7
	70	2,6	36,1	6,3	0,9	2,3
Double Sunking F1	50	2,7	42,7	8,4	1,0	2,2
	60	2,2	32,3	7,2	0,6	1,3
	70	1,8	18,1	5,5	0,5	0,9
Santa Fe F1	50	2,6	38,4	9,3	1,0	2,6
	60	2,3	32,0	7,3	0,7	1,6
	70	2,0	20,2	6,0	0,6	1,2
НІР ₀₅	для середніх (головних) ефектів	А-0,37 В-0,26	А-7,09 В-5,69	А-1,81 В-1,34	А-0,36 В-0,42	А-1,21 В-0,88
	для часткових відмінностей	А-0,24 В-0,22	А-4,34 В-5,61	А-2,02 В-1,93	А-0,19 В-0,24	А-2,07 В-2,27

В середньому ж за фактором В, біологічна продуктивність рослин гібридів соняшнику декоративного характеризувалася наступним чином: гібрид Teddy F1 забезпечив отримання з однієї рослини, в середньому, 4,0 г фітосировини; гібрид Double Sunking F1 – відповідно 1,5 г, а гібрид Santa Fe F1 1,8 г. Найбільш оптимальною нормою висіву за всіма варіантами гібридів визнано норму 50 тис. шт./га, за якої продуктивність окремої рослини була максимальною і за варіантами фактору А склали, відповідно, 5,1; 2,2 та 2,6 г повітряно-сухих пелюсток, що у перерахунку на одиницю посівної площі складає, відповідно, 25,5; 11,0 та 13,0 кг/га фітосировини у повітряно-сухому стані.

В цілому, в досліді нами встановлено абсолютну недоцільність збільшення норми висіву насіння гібридів соняшника декоративного більше 50 тис. шт. схожих насінин на 1 га через істотне погіршення всіх елементів структури врожаю культури та суттєве зменшення виходу кондиційних кошиків з однієї рослини (суцвіття з діаметром більше 5 см і повністю розкритими пелюстками) (рис. 1).

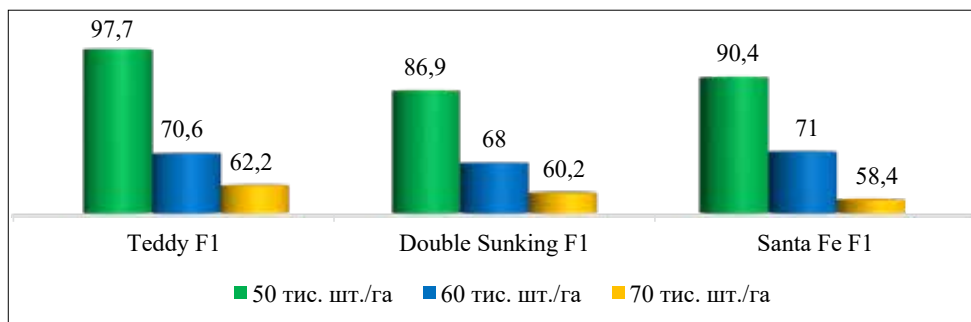


Рис. 1. Вихід кондиційних суцвіть гібридів соняшника декоративного залежно від норми висіву насіння, % (середнє за 2020–2023 рр.)

Середній вихід кондиційних суцвіть соняшника декоративного, як і всі попередні елементи структури врожаю культури, максимальних значень досяг також за варіантом гібриду Teddy F1. Аналіз відповідного експериментального матеріалу дозволяє зробити висновок, що, в середньому за фактором норми висіву насіння, за відповідним варіантом гібриду він склав за роки проведення досліджень 76,8 % з коливанням від 97,7 % до 62,2 % із збільшенням норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га. Аналогічний показник за варіантом гібриду Double Sunking F1 становив 71,7 % і зменшувався від 86,9 % до 60,2 %, а вихід кондиційних кошиків гібриду Santa Fe F1 коливався від 90,4 % до 58,4 % і склав, в середньому в досліді, 73,2 %.

Зважаючи на певні особливості вирощування культури соняшнику декоративного з метою одержання фітосировини фармацевтичного призначення (товарною продукцією в такому разі є не насіння культури в повній стиглості, а чоловічі і частково жіночі пелюстки суцвіть у повітряно-сухому стані), зазнали змін методологічні підходи до організації і проведення обліку врожаю за варіантами досліду. Збирання врожаю в досліді відбувалося вручну шляхом зрізання кондиційних кошиків культури (суцвіття діаметром більше 5 см, що повністю відкрилися і квітують) з негайним транспортуванням їх у контейнерах в умови стаціонару. Надалі у стаціонарних лабораторних умовах відбувалося ручне відділення пелюстків від кошиків з подальшим їх висушуванням на дрібноякістих піддонах без потрапляння прямих сонячних променів і з облаштуванням штучного мікроклімату в лабораторному приміщенні (температура повітря 20–22 °С, відносна вологість 75 % і швидкість руху повітря в приміщенні 0,1–0,3 м/с) і за експозиції 4 доби. Після зав'язування фітосировини соняшника декоративного відбувалося доведення її до кондиційного стану за показниками засміченості (до 100 % чистоти сировина доводилася шляхом очищення на комплексах лабораторних решіт з круглими та прямокутними отворами), а контроль базисної вологості (10 %) реалізувався за допомогою термостатно-вагового методу. Після доведення товарної продукції до базисних показників за засміченістю і вологістю, нами

проводився дисперсійно-кореляційний аналіз залежності врожайності фітосировини соняшнику декоративного від факторів, що вивчалися в досліді, за допомогою статистичної програми “Agrostat” (табл. 2).

Таблиця 2

Врожайність фітосировини гібридів соняшника декоративного залежно від норми висіву насіння за роки проведення досліджень

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор В)	Урожайність, кг/га				
		2020	2021	2022	2023	Середнє за 4 роки
Teddy F1	50	185,7	238,3	144,9	226,6	198,9
	60	194,7	265,9	132,2	230,8	205,9
	70	121,1	100,6	83,3	120,2	106,3
Double Sunking F1	50	80,2	82,1	50,4	73,3	71,5
	60	47,8	50,6	30,1	52,3	45,2
	70	30,7	41,0	20,7	38,8	32,8
Santa Fe F1	50	91,4	119,9	68,7	78,8	89,7
	60	46,1	75,6	40,4	68,3	57,6
	70	49,2	60,0	27,3	55,1	47,9
НІР ₀₅ , кг/га	для середніх (головних) ефектів	А – 11,41 В – 7,37				
	для часткових відмінностей	А – 14,00 В – 9,29				

Аналіз урожайних даних фітосировини соняшнику декоративного за роки проведення досліджень дозволяє зробити висновок, що в перший рік проведення досліджень врожайність кондиційної фітосировини гібриду Teddy F1 склала, в середньому за фактором норми висіву насіння, 167,2 кг пелюстків у повітряно-сухому стані, причому даний показник із збільшенням норми висіву насіння з 50 до 60 тис. шт./га збільшувався з 185,7 до 194,7 кг/га, а із підвищенням норми висіву до 70 тис. шт./га істотно зменшувався до позначки 121,1 кг/га. Аналогічний показник за варіантом гібриду Double Sunking F1 істотно поступався попередньому варіанту, склавши в середньому за фактором В 52,9 кг/га за тенденції суттєвого зменшення із збільшенням норми висіву насіння (з 80,2 до 30,7 кг/га). Гібрид Santa Fe F1 продемонстрував в умовах 2020 року середню врожайність кондиційної сировини на рівні 62,2 кг/га, причому збільшення норми висіву насіння більше 50 тис. шт./га також суттєво знижувало його продуктивність.

Аналогічна тенденція, згідно якої підвищення норми висіву насіння негативним чином позначалося на врожайності кондиційної фітосировини гібридів соняшника декоративного, зберіглася і у наступні роки проведення досліджень. У 2021 році середня врожайність гібриду Teddy F1 також була максимальною в досліді і склала 201,5 кг/га в середньому за фактором норми висіву насіння. Аналогічний показник за варіантом гібриду Double Sunking F1, як і у попередньому році, був істотно нижчим і склав 57,9 кг/га, а за варіантом гібриду Santa Fe F1 – відповідно 85,2 кг/га.

2022 рік через несприятливі агрокліматичні умови (насамперед, дефіцит активної ґрунтової вологи і продуктивних атмосферних опадів у першу половину вегетації культури) виявився найбільш несприятливим щодо отримання врожаїв

кондиційної фітосировини гібридів соняшнику декоративного. За збереження попередньої тенденції зменшення врожайності на фоні збільшення норми висіву насіння, рівні врожайності варіантів дослідів в середньому за фактором В склали: гібриду Teddy F1 – 120,1 кг/га, гібриду Double Sunking F1 – 33,7 кг/га, а гібриду Santa Fe F1 – 45,5 кг/га відповідно.

Значно сприятливішим за агрокліматичними умовами вирощування культури виявився останній рік проведення досліджень. Так, в сезон 2023 року, за показником середньої врожайності пелюстків у повітряно-сухому стані гібрид Teddy F1 зберіг лідерство у досліді і продемонстрував рівень врожайності в середньому за фактором норми висіву насіння 192,5 кг/га, перевищуючи аналогічний показник гібриду Double Sunking F1 (54,8 кг/га) на 137,7 кг або 71,5 %. Менш істотною, проте також значною, була перевага гібриду Teddy F1 над варіантом гібриду Santa Fe F1, котрий характеризувався рівнем врожайності 67,4 кг/га: перевага складала 125,1 кг/га або 65,0 %.

За результатами чотирирічних досліджень можна зробити однозначний висновок про абсолютну недоцільність збільшення норми висіву насіння гібридів соняшнику декоративного більше 50 тис. шт./га, адже за всі роки проведення досліджень і за всіма варіантами гібридів культури таке збільшення зумовлювало істотне зменшення врожайності кондиційної фітосировини. В окремих випадках за варіантом гібриду Teddy F1 нами відмічалось незначне збільшення показника продуктивності із підвищенням норми висіву насіння до 60 тис. шт./га (сезони 2020, 2021 і 2023 рр.), проте воно знаходилося в межах математичної похибки дослідів і не трактується нами як достовірне.

В цілому ж, за роки проведення досліджень закономірність недоцільності збільшення норми висіву насіння культури більше 50 тис. шт./га простежувалася нами за всіма варіантами гібридів культури через істотне погіршення всіх складових структури врожаю та радикальне зменшення коефіцієнту виживання рослин соняшника декоративного в досліді, що не могло негативним чином не позначитися на підсумковому показникові врожайності кондиційних пелюстків культури.

Дуже показовим, на наш погляд, є аналіз усереднених за роки проведення досліджень показників урожайності кондиційної фітосировини гібридів соняшника декоративного в середньому за фактором норми висіву насіння, представлених на рис. 2.

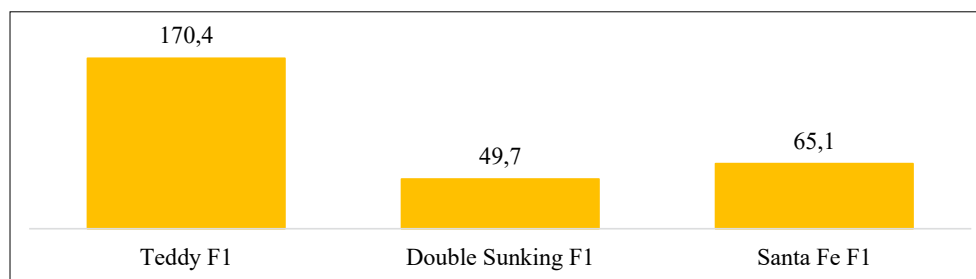


Рис. 2. Врожайність кондиційної фітосировини гібридів соняшника декоративного в середньому за фактором норми висіву насіння, кг/га (середнє за 2020–2023 рр.)

В середньому за роки проведення досліджень, в досліді нами відмічена абсолютна істотна перевага гібриду Teddy F1 за підсумковим показником врожайності

кондиційної фітосировини над іншими варіантами гібридів культури. Так, за середнього значення врожайності 170,4 кг/га, відміченого за роки проведення досліджень, цей гібрид переважав гібрид Santa Fe F1 на 105,3 кг/га або 61,8 %. Перевага гібриду Teddy F1 над гібридом Double Sunking F1 була ще істотною і склала 120,7 кг/га або 70,8 %. Аналіз урожайних даних за роки проведення досліджень та її статистичний обробіток дають право зробити висновок про невідповідність гібридів сояшника декоративного Double Sunking F1 та Santa Fe F1 екологічним умовам вирощування Південного Степу.

Підсумковою метою наших досліджень було визначення показників екологічної пластичності і стабільності сучасних гібридів сояшника декоративного за кількісними ознаками продуктивності та встановити зразки, що максимально відповідають екологічним умовам вирощування за стабільним їх проявом згідно проаналізованих ознак [11; 12]. В середньому за 2020–2023 рр. проведення досліджень, у досліді нами відмічена абсолютна перевага гібриду Teddy F1 за комплексом індексів, що характеризують екологічну толерантність гібриду щодо несприятливих умов екологічного середовища, що особливо репрезентативним є, приймаючи до уваги показник пластичності b_i (1,03 порівняно із 0,69 за варіантом гібриду Double Sunking F1 та 0,84 за варіантом гібриду Santa Fe F1). Інший не менш важливий оціночний критерій – індекс стабільності Sd_i^2 також максимальних значень набув саме за варіантом гібриду Teddy F1 і склав за роки проведення досліджень 0,00086 проти 0,00054 у варіанті гібриду Double Sunking F1 та 0,00063 у варіанті гібриду Santa Fe F1 відповідно). (табл. 3).

Таблиця 3

Індекси екологічної толерантності гібридів сояшника декоративного за органічної технології вирощування (середнє за 2020–2023 рр.)

Гібрид	Врожайність, кг/га	DSI – індекс сприйнятливості до посухи	TOL – індекс толерантності до посухи	YSI – індекс стабільності врожаю	YI – індекс урожайності	STI – індекс толерантності до стресу	b_i – показник пластичності	Sd_i^2 – показник стабільності
Teddy F1	170,4	0,77	0,80	0,69	104	0,52	1,03	0,00086
Double Sunking F1	49,7	0,97	0,53	0,40	77	0,36	0,69	0,00054
Santa Fe F1	65,1	0,82	0,59	0,55	84	0,39	0,84	0,00063
Середнє	95,1	0,85	0,64	0,55	88	0,42	0,85	0,00068

Аналіз наведених вище індексів пластичності і стабільності гібридів сояшника декоративного дає можливість зробити достовірний висновок щодо істотної переваги гібриду Teddy F1 порівняно з іншими зразками, що вивчалися в досліді, стосовно толерантності рослин агроценозу щодо проявів несприятливих абіотичних і біотичних факторів оточуючого середовища, насамперед – за показником посухостійкості, що вважається нами найпринциповішою ознакою відповідності того чи іншого зразку умовам вирощування Сухого Степу.

Висновки і пропозиції:

1. В досліді відмічений зворотній характер залежності показника кількості кондиційних (квітучих) суцвіть на 1 рослині від норми висіву культури за всіма варіантами фактору А. Так, за варіантом гібриду Teddy F1 збільшення норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га зумовлювало зменшення кількості квітучих кошиків з 3,4 до 2,6; за гібридом Double Sunking F1 – відповідно з 2,7 до 1,8; за гібридом Santa Fe F1 це зменшення було ще більш істотним і склало від 2,6 до 2,0 суцвіття на 1 рослині. Збільшення норми висіву насіння призводило до істотного зменшення бічних генеративних пагонів I і II порядків, а суцвіття, які формувалися на них на фоні норми висіву 60 і 70 тис га в своїй більшості були недорозвинені і або взагалі не починали квітнути, або ж відкривалися не повністю, мали істотні порушення зовнішнього виду і не залучалися до кондиційної продукції.

2. Лідером у досліді за таким показником, як середня маса кошика (у природно-вологому стані) був також гібрид Teddy F1, маса суцвіття якого склала 47,0 г (від 60,8 до 36,1 г в залежності від загущення посіву). Значення аналогічного показника за варіантом гібриду Double Sunking F1 було 31,0 г (від 42,7 до 18,1 г), за гібридом Santa Fe F1 30,2 г (від 28,4 до 20,2 г). За всіма варіантами гібриду соняшника декоративного у досліді відмічене істотне зменшення показника маси окремого суцвіття (кошика) із збільшенням норми висіву насіння. Збільшення норми висіву насіння рослин культури в досліді зумовлювало також істотне зменшення показника діаметру суцвіть за всіма варіантами гібридів культури: даний показник у гібриду Teddy F1 зменшувався від 11,7 до 6,3 см за середнього значення 8,7 см; Double Sunking F1 – відповідно від 8,4 до 5,5 см (7,0 см); Santa Fe F1 – від 9,3 до 6,0 см (7,5 см).

3. За всіма варіантами гібридів соняшника декоративного збільшення норми висіву насіння до 70 тис. шт./га викликало зменшення показника середнього діаметру квітучих суцвіть до 6 см і менше, що суттєво ускладнювало ручне збирання кошиків і, найголовніше, майже унеможливило якісне відділення чоловічих пелюсток від суцвіть, негативно позначаючись на підсумковому показникові – продуктивності кондиційної фітосировини за варіантами досліду. За середнього значення 1,4 г (у повітряно-сухій масі) продуктивність одного кошику гібриду зменшувалося від 1,7 до 0,9 г із збільшенням норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га. Абсолютно тотожний характер динаміки прослідковувалася нами і за рештою гібридів: рослини соняшника декоративного гібриду Double Sunking F1 формували, в середньому, масу повітряно-сухих пелюсток з одного суцвіття на рівні 0,7 г (коливання склало 1–0,5 г із збільшенням норми висіву насіння), а рослини гібриду Santa Fe F1 – відповідно 0,8 г (1,0–0,6 г).

4. В середньому за фактором В, біологічна продуктивність рослин гібридів соняшника декоративного характеризувалася наступним чином: гібрид Teddy F1 забезпечив отримання з однієї рослини, в середньому, 4,0 г фітосировини; гібрид Double Sunking F1 – відповідно 1,5 г, а гібрид Santa Fe F1 1,8 г. Найбільш оптимальною нормою висіву за всіма варіантами гібридів визнано норму 50 тис. шт./га, за якої продуктивність окремої рослини була максимальною і за варіантами фактору А склала, відповідно, 5,1; 2,2 та 2,6 г повітряно-сухих пелюсток, що у перерахунку на одиницю посівної площі складає, відповідно, 25,5; 11,0 та 13,0 кг/га фітосировини у повітряно-сухому стані.

5. В середньому за роки проведення досліджень, в досліді нами відмічена абсолютна істотна перевага гібриду Teddy F1 за підсумковим показником врожайності кондиційної фітосировини над іншими варіантами гібридів культури.

Так, за середнього значення врожайності 170,4 кг/га, відміченого за роки проведення досліджень, цей гібрид переважав гібрид Santa Fe F1 на 105,3 кг/га або 61,8 %. Перевага гібриду Teddy F1 над гібридом Double Sunking F1 була ще істотною і склала 120,7 кг/га або 70,8 %.

6. В середньому за 2020–2023 рр. проведення досліджень, у досліді нами відмічена абсолютна перевага гібриду Teddy F1 за комплексом індексів, що характеризують екологічну толерантність гібриду щодо несприятливих умов екологічного середовища, що особливо репрезентативним є, приймаючи до уваги показник пластичності b_1 (1,03 порівняно із 0,69 за варіантом гібриду Double Sunking F1 та 0,84 за варіантом гібриду Santa Fe F1).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрійченко Л. Соняшник під сонцем, вирощування на півдні України на короткоротаційний сівозмінах. *Farmer*. Київ, 2016. № 5. С. 58–60.
2. Борисенко В.В. Продуктивність різностиглих гібридів соняшника залежно від густоти посіву та ширини міжрядь у Лісостепу Правобережного : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Умань : Уманський ДАУ, 2016. 152 с.
3. Буряк Ю.І. та ін. Ефективність застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива в насінництві соняшнику. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. Харків, 2014. № 16. С. 20–25.
4. Грицев Д.А. Особливості формування урожаю соняшника при вирощуванні за різних систем контролю забур'яненості. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2015. Вип.76. С. 31–40.
5. Декоративний соняшник (геліантус): догляд, розмноження, сорти. URL: <https://healthapple.info/zdorovyua-ta-organizm/sonyashnyk/> (дата звернення 06.06.2023).
6. Димитров С. Г. Стабільність та пластичність сучасних гібридів соняшнику. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. Київ, 2015. № 3. С. 117–124.
7. Єременко О.А. та ін. Урожайність соняшнику залежно від агрометеорологічних умов південного степу України. *Агробіологія*. Київ, 2017. Вип. 2. С. 123–130.
8. Жигайло О.Л., Жигайло Т.С. Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування соняшнику в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. Львів, 2016. Т. 17. С. 86–92.
9. Жовтобрюх Н.В., Мельник А.В. Залежність тривалості цвітіння декоративного соняшника, вирощеного в горщиках в закритому ґрунті від діаметра суцвіття. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2004. Вип. 12. С. 88–99.
10. Заїка С.О. Тенденції розвитку органічного землеробства. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир : «Полісся», 2013. 492с.
11. Мельник Т.І., Кричкевич І.М., Марков Д.В., Марченко Р.В. Походження та перспективи використання соняшнику декоративного (*Helianthus annuus* L.) «Гончарівські читання» : матеріали Міжнародної наук.-практ. конф., присвяченої 92-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (25 травня 2021 р.). Суми, 2021. С. 94–96.
12. Schilling E.E. *Helianthus*. *Flora of North America Committee*. 2006. № 21. P. 141–169.

УДК 631.547.3-035.26:633.111“324”(477.4)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.13>

ФОРМУВАННЯ ДОВЖИНИ ГОЛОВНОГО СТЕБЛА В РІЗНИХ ЗА ВИСОТОЮ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Лозінський М.В. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри генетики, селекції та насінництва сільськогосподарських культур,

Білоцерківський національний аграрний університет

Філіцька О.О. – асистент кафедри генетики,

селекції та насінництва сільськогосподарських культур,

Білоцерківський національний аграрний університет

Метою досліджень було встановлення особливостей формування довжини головного стебла в різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої залежно від метеорологічних умов і генотипу. В умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ впродовж 2019–2022 рр. досліджували сорти пшениці м'якої озимої, які відповідно Міжнародного класифікатора РЕВ роду *Triticum L.*, за даними оригінаторів, відносилися до наступних груп за висотою рослин: низькорослі II групи (66–80 см) – Білоцерківська напівкарликова, Сонечко, смуглянка; середньорослі I групи (81–95 см) – Донська напівкарликова, Лісова пісня, Олеся, Колос Миронівщини; середньорослі II групи (96–110 см) – Столична, Писанка, Відрода, Альбатрос одеський; високорослі I групи (111–125 см) – Одеська 267, Ластівка одеська, Пилипівка, Чародійка білоцерківська. Аналіз гідротермічних умов років досліджень показав, що ріст головного стебла пшениці м'якої озимої відбувався в складних умовах, які суттєво вплинули на його формування. В середньому за 2019–2022 рр. довжина головного стебла досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої була в межах від 55,4 см у середньорослого сорту I групи Донська напівкарликова до 66,7 см у високорослого I групи Чародійка білоцерківська. Незначна мінливість досліджуваної ознаки в роки досліджень визначена у сортів Столична (6,0 см), Сонечко (6,4 см), Одеська 267 (8,7 см), Ластівка одеська (10,7 см), Колос Миронівщини (10,8 см), Писанка (11,8 см) та Пилипівка (12,1 см) з незначним фенотиповим коефіцієнтом варіації. У всіх досліджуваних груп сортів міжсортowa мінливість довжини стебла встановлена на незначному рівні від 7,6% (середньорослі II групи) до 8,2% (високорослі I групи). Формування довжини головного стебла в сортів пшениці м'якої озимої на 42,76% обумовлено умовами року, 34,68% взаємодією «сорт-умови року», 17,59% сортом і 4,97% впливом інших факторів. В розрізі різних за висотою груп сортів нами було встановлено певні відмінності впливу досліджуваних факторів на формування довжини головного стебла. Найбільший вплив сорту визначено в I групі високорослих (22,93%) та I середньорослих сортів – 17,64%. Водночас, у низькорослих генотипів II групи і середньорослих II групи вплив сорту був найменший – 9,93 і 11,14% відповідно. Фактор «умови року» в досліджуваних за висотою рослин групах сортів змінювався від 47,25% у середньорослих I групи до 78,25% – середньорослі II групи. Взаємодія «сорт – умови року» впливала на досліджувану ознаку від 9,97% у середньорослих сортів II групи до 34,91% – середньорослі I групи.

Ключові слова: висота рослин, адаптивність, мінливість, вилягання рослин, генотип, фенотип, коефіцієнт варіації.

Lozinskyi M.V., Filitska O.O. Formation of the length of the main stem in various types of soft winter wheat at different heights depending on the meteorological conditions of the area of Forest Steppe of Ukraine

The purpose of the research was to establish the peculiarities of the formation of the length of the main stem in various types of soft winter wheat of different heights, depending on meteorological conditions and genotype. During 2019–2022, in the conditions of the experimental field of the educational and production center of Bila Tserkva National Agrarian University, various types of soft winter wheat were studied, which, according to the international council of mutual economic assistance classification of the genus *Triticum L.*, according to the data

of originators, belonged to the following groups according to the height of the plants: low-growing II group (60–80 cm) – Bila Tserkva semi-draft, Sonechko, Smuhlianka; medium-sized group I (81–95 cm) – Donska semi-draft, Lisova pishnia, Olesia, Kolos Myronivshchyny; medium-sized II group (96–110 cm) – Stolychna, Pysanka, Vidrada, Albatross Odeskyi; tall I group (111–125 cm) – Odeska 267, Lastivka Odeska, Pylypivka, Charodiika Bilotserkivska. The analysis of the hydrothermal conditions over the years of research showed that the growth of the main stem of soft winter wheat took place in difficult conditions, which significantly influenced onto its formation. On average, during 2019–2022 years, the length of the main stem of the studied varieties of soft winter wheat ranged from 55.4 cm for the I group Donska semi-draft to 66.7 cm for the tall variety of the I group Charodiika Bilotserkivska. Insignificant variability of the studied trait during the years of research was determined in the varieties Stolychna (6.0 cm), Sonechko (6.4 cm), Odeska 267 (8.7 cm), Lastivka Odeska (10.7 cm), Kolos Myronivshchyny (10.8 cm), Pysanka (11.8 cm) and Pylypivka (12.1 cm) with an insignificant phenotypic coefficient of variation. In all groups of varieties, which were researched, intervarietal variability of stem length was set at a negligible level from 7.6% (for medium-sized group II) to 8.2% (for tall-sized group I). The formation of the length of the main stem in soft winter wheat varieties is determined for 42.76% due to the year conditions, for 34.68% due to the interaction of “variety-year conditions”, for 17.59% due to the variety and for 4.97% due to the influence of the other factors. We established certain differences in the influence of the studied factors onto the formation of the length of the main stem in the cross-section of different height groups of varieties. The greatest influence of the variety was determined in the I group of tall varieties (22.93%) and the I group of medium-sized varieties – 17.64%. At the same time, the impact of the variety was the smallest in short-sized genotypes of the II group and medium-sized genotypes of the II group – 9.93% and 11.14%, respectively. The “year conditions” factor in the groups of varieties studied by plant height varied from 47.25% in medium-sized group I to 78.25% in medium-sized group II. The interaction “variety – year conditions” influenced the studied trait from 9.97% in medium-sized varieties of the II group to 34.91% in medium-sized varieties of the I group.

Key words: plant height, adaptability, variability, plant laying, genotype, phenotype, coefficient of variation.

Постановка проблеми. Пшениця є найбільш поширеною культурою в світі, займаючи майже 28% посівів зернових культур і забезпечуючи приблизно п'яту частину необхідних для людини калорій [1, с. 1]. Широке розповсюдження пшениці м'якої озимої зумовлене біологічною пластичністю культури до екологічних умов вирощування та досить високою поживністю зерна, яке є сировиною для багатьох продуктів харчування [2, с. 3].

Збільшення обсягів виробництва пшениці м'якої озимої є важливою умовою продовольчої безпеки [3, с. 102; 4, с. 1]. Потенційні можливості сучасних сортів цієї культури сягають рівня 8–15 т/га, однак середня врожайність зерна в Україні становить 2,8–3,5 т/га [5, с. 43]. Першочергове завдання аграріїв полягає в істотному підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна пшениці озимої, постійному нарощуванні обсягів її виробництва, незалежно від несприятливих кліматичних умов [6, с. 83], що дозволить стабілізувати зерновиробництво.

Вагоме місце у підвищенні та стабілізації урожайності зерна пшениці м'якої озимої, належить селекційному вдосконаленню [7, с. 55], при цьому, останніми роками, значення сорту як біологічного засобу виробництва, постійно зростає [8, с. 152], а частка приросту врожаю зерна завдяки впровадженню нових сортів досягає 40–50% [9, с. 1].

Як засіб виробництва, нові сорти повинні поєднувати в генотипі максимальну кількість господарсько корисних ознак та властивостей, що сприятиме формуванню високої врожайності та якості зерна [10, с. 221; 11, с. 56]. Пріоритетним завданням стає підбір стабільних і, одночасно, пластичних генотипів, що вимагає постійного вивчення як сортів місцевої селекції, так і світового генофонду [12, с. 145].

Останні двадцять років селекціонери уникали вивчення пристосованості пшениці озимої до регіональних специфічних умов, зосереджуючись на якості зерна та поліпшенні загальної зернової продуктивності культури [13, с. 1]. Проте, дослідження особливостей формування урожайності та якості зерна генотипами пшениці в різні за метеорологічними умовами роки може забезпечити збільшення валових зборів зерна та покращення його якості без додаткових затрат [14, с. 165].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця озима в процесі тривалої вегетації зазнає впливу комплексу різних несприятливих агроекологічних факторів [15, с. 17]. Загальновідомо, що розвиток структурних елементів врожайності пшениці пов'язаний з проходженням певних фаз культури. За таких умов створення високопродуктивних посівів можливе тільки при забезпеченні наближених до оптимальних умов у критичні періоди вегетації пшениці м'якої озимої [16, с. 2].

Оцінка селекційного матеріалу на адаптивність та стабільність є необхідною умовою для добору високопродуктивних форм. Пошук цінних генетичних джерел, адаптованих до умов вирощування є актуальною проблемою сучасної селекції. Правильний добір сортового складу, де основна увага приділена не лише врожайному, але і адаптивному потенціалу, що виражається здатністю сорту забезпечувати максимальну врожайність у конкретному середовищі, незважаючи на вплив несприятливих факторів, є важливим елементом технології вирощування пшениці м'якої озимої [17, с. 14].

Останнім часом спостерігаються суттєві коливання гідротермічних показників за роками, які можуть мати місце навіть в одній ґрунтово-кліматичній зоні, що істотно впливає на прояв не лише окремих ознак і властивостей, а також макро-ознак, у тому числі урожайності зерна [18, с. 36].

Досить часто лімітуючим чинником реалізації генетичного потенціалу урожайності є вилягання рослин, а одним з основних заходів протидії даному фактору є створення та впровадження у виробництво стійких до вилягання сортів пшениці м'якої озимої [19, с. 186].

Стійкість до вилягання пов'язана з довжиною стебла, що є кількісною ознакою, яка контролюється складною системою генів і чинниками зовнішнього середовища [20, с. 406]. В генетичному потенціалі роду *Triticum* L. відомо про більше ніж 20 специфічних генів (Rht1–Rht20), які контролюють довжину стебла та обумовлюють формотворення за даною ознакою, з них 10 генів локалізовані в 17 хромосомах, рецесивні чи домінантні алелі яких визначають короткостебловість [21].

Стебло пшениці виконує важливі фізіологічні функції фотосинтезу та транспортування метаболітів в органогенезі, а особливості його морфології й анатомії визначають стійкість рослин до вилягання та їх здатність реалізувати продуктивний потенціал [22, с. 11]. При розробці моделі сорту довжина стебла завжди враховується селекціонерами, як кількісна ознака, що впливає на формування елементів структури врожайності [23, с. 1188].

Мета дослідження – встановлення особливостей формування довжини головного стебла в різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої залежно від метеорологічних умов і генотипу.

Постановка завдання. В умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ впродовж 2019–2022 рр. досліджували сорти пшениці м'якої озимої, які відповідно Міжнародного класифікатора РЕВ роду *Triticum* L., за даними оригінаторів, відносилися до наступних груп за висотою рослин: низькорослі II групи (66–80 см) – Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.), Сонечко, смуглянка; середньорослі I групи (81–95 см) – Донська напівкарликова

(Донська н/к.), Лісова пісня, Олеся, Колос Миронівщини (Колос Мир.); середньорослі II групи (96–110 см) – Столична, Писанка, Відрада, Альбагрос одеський (Альбагрос од.); високорослі I групи (111–125 см) – Одеська 267, Ластівка одеська (Ластівка од.), Пилипівка, Чародійка білоцерківська (Чародійка б. ц.).

Сівбу пшениці м'якої озимої проводили в останніх числах третьої декади вересня – початок жовтня. Агротехніка – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Попередник – гірчиця.

Біометричні аналізи досліджуваного матеріалу здійснювали за середнім зразком 25 рослин у трикратній повторності відповідно до загальноприйнятих методик [24, 25] із визначенням середньої арифметичної та її похибки ($\bar{x} \pm S\bar{x}$), розмаху мінливості (R) за різницею між мінімальним (min) і максимальним (max) показником довжини головного стебла в повтореннях, дисперсії (S^2), коефіцієнта варіації (V, %). Статистична обробка отриманих біометричних даних проводилася з використанням комп'ютерних програм Excel 2019 та “Statistica”, версія 12.0 [26].

Виклад основного матеріалу дослідження. За кількістю опадів з грудня до відновлення весняної вегетації перевищення середніх багаторічних даних (121 мм) на 33 мм відмічено лише в 2018/19 вегетаційному році (табл. 1).

Таблиця 1

Метеорологічні умови формування довжини стебла в 2018–2022 рр.

Місяць	Декада	Опади, мм						Температура повітря, °С					
		Рік					Середні багаторічні	Рік					Середня багаторічна
		2018	2019	2020	2021	2022		2018	2019	2020	2021	2022	
Грудень		71,1	35,1	33,0	49,8	45,4	44	-2,1	2,5	-0,5	-1,4	-0,8	0,4
Січень			56,8	22,6	40,0	30,5	35		-4,8	0,4	-2,6	-1,5	-5,9
Лютий			21,4	38,4	47,7	10,5	33		0,4	2,2	-4,6	1,6	-4,4
Березень	I		4,7	8,5	6,9	12,1	9		4,4	8,5	-0,2	-1,0	-2,0
	II		16,2	2,9	12,3	0,0	9		4,9	2,9	1,5	-0,9	-0,3
	III		2,5	5,8	2,0	3,9	12		4,9	5,8	4,1	7,0	3,1
Квітень	I		0,0	0,0	8,6	14,0	14		9,6	7,9	5,9	7,0	7,0
	II		14,2	5,5	13,5	7,2	17		7,3	8,0	8,1	6,5	7,8
	III		31,3	7,7	6,8	18,6	16		13,2	11,7	8,3	10,8	10,4
Травень	I		26,7	30,8	24,9	0,0	16		12,1	12,8	12,0	12,8	13,5
	II		15,3	17,6	26,5	2,7	12		18,3	13,2	14,5	14,9	15,5
	III		12,0	53,9	47,9	32,4	18		19,3	11,5	15,4	15,6	15,8

У 2019/20 і 2021/22 вегетаційних роках фактична кількість опадів була меншою на 14,3 мм і 27,1 мм за середні багаторічні показники 112 мм та 130 мм відповідно, а під час вегетації у 2020/21 році на рівні 142 мм. Температурний режим зимових місяців за період проведення досліджень сприяв успішній перезимівлі пшениці м'якої озимої.

У 2019 р. від часу відновлення весняної вегетації (8 березня) ріст головного стебла у II–III декадах березня та I декаді квітня відбувався за підвищених температурних показників у порівнянні з середньобагаторічними на 5,2 °С, 1,8 °С

і 2,0 °С відповідно. Натомість II декада квітня за температурним режимом (7,3 °С) була прохолоднішою на 0,5 °С за багаторічні показники. За кількістю опадів у період із II декади березня по III декаду квітня відмічено їх меншу кількість на 19,1 мм за норму – 52 мм. Вегетація пшениці м'якої озимої з III декади квітня по I декаду червня відбувалась за достатньої вологості. Визначений гідротермічний коефіцієнт склав 1,3.

Відновлення весняної вегетації у 2020 р. відбулося другого березня, але температурний режим II декади (2,9 °С) призвів до її зупинки впродовж десяти днів. У подальшому спостерігалось поступове наростання середньодекадних температур повітря з незначним перевищенням середніх багаторічних показників. Так у III декаді березня перевищення склало 2,7 °С, I декаді квітня – 0,9 °С, II декада квітня – 0,2 °С. Від часу відновлення весняної вегетації до III декади квітня випало 22,7 мм опадів, що становить лише 43,7% від середньобагаторічних показників. З III декади квітня по I декаду червня вегетація пшениці відбувалась за надмірної вологості – ГТК = 2,2.

Від часу відновлення весняної вегетації (28 березня) у 2021 р. ріст і розвиток пшениці озимої відбувався за поступового наростання температурного режиму. Середньодекадні температури повітря квітня становили I – 5,9 °С, II – 8,1 °С, III – 8,3 °С, що в порівнянні з багаторічними даними склало –2,1 °С, +0,3 °С, –2,1 °С відповідно. Кількість опадів за цей період була на 18,1 мм меншою за середньобагаторічні показники – 47 мм. Визначений гідротермічний коефіцієнт за травень (2,3) вказує на надмірне забезпечення вологою під час вегетації пшениці.

За температурним режимом від часу відновлення весняної вегетації у 2022 р. (22 березня) в порівнянні з середньобагаторічними показниками встановлено відхилення у III декаді березня плюс 3,9 °С і II декаді квітня мінус 1,3 °С до норми. Температурний режим I декади квітня був на рівні середньобагаторічних показників. Кількість опадів за цей період була меншою на 17,9 мм від багаторічних показників – 43 мм. Подальша вегетація пшениці до початку червня відбувалась за достатньої вологозабезпеченості – ГТК=1,0.

Аналіз гідротермічних умов років досліджень свідчить, що ріст головного стебла пшениці м'якої озимої відбувався в складних умовах, які суттєво вплинули на його формування. Водночас нами встановлено, що після відновлення весняної вегетації пшениці озимої, в кожному з досліджуваних років, ріст і розвиток рослин від 30 діб (2022 р.) до 40 діб (2020 р.) відбувався за недостатньої кількості опадів, що на нашу думку найбільш суттєво вплинуло на показники довжини стебла. Згідно досліджень [27, с. 32] встановлено, що весняні опади сприяють інтенсивному росту вегетативної маси і створюють сприятливі умови для утворення нових пагонів.

У середньому за 2019–2022 рр. довжина головного стебла досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої була в межах від 55,4 см у середньорослого сорту I групи Донська напівкарликова до 66,7 см у високорослого сорту I групи Чародійка білоцерківська. Відповідно до міжнародного класифікатора, досліджувані сорти формували висоту рослин на рівні низькорослих I та II групи. За середньогруповим показником довжини стебла від 57,3 см (низькорослі сорти II групи) до 62,3 см у високорослих сортів I групи значних відмінностей не встановлено (табл. 2).

Найменшу довжину головного стебла більшість сортів формували в умовах 2020 р. з середнім значенням по досліді – 54,0 см. Мінімальна середньогрупова довжина головного стебла визначена в низькорослих сортів II групи (52,2 см),

а максимальна (56,7 см) – у високорослих II групи. В умовах 2021 р. і 2022 р. сорти формували найбільшу довжину стебла за середніх показників по досліді 64,8 та 63,1 см відповідно.

Таблиця 2

**Довжина головного стебла (см) в досліджуваних сортах
пшениці м'якої озимої**

Сорт	Довжина стебла, см					± до \bar{x} по досліді
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	\bar{x} за роки	
низькорослі II групи						
Б.ц. н/к.	54,5	50,5	63,2	55,4	55,9	-3,7
Сонечко	59,1	56,6	60,5	62,1	59,6	-
Смуглянка	48,3	49,6	63,4	63,8	56,3	-3,3
\bar{x} по групі	54,0	52,2	62,4	60,4	57,3	-2,3
середньорослі I групи						
Донська н/к.	54,4	50,1	65,9	51,1	55,4	-4,2
Лісова пісня	56,5	44,1	63,9	64,2	57,2	-2,4
Олеся	54,0	53,2	57,7	64,0	57,2	-2,4
Колос Мир.	56,7	62,0	67,1	64,3	62,5	+2,9
\bar{x} по групі	55,4	52,4	63,7	60,9	58,1	-1,5
середньорослі II групи						
Столична	57,3	56,8	62,7	61,7	59,6	-
Писанка	61,2	56,6	66,1	67,8	62,9	+3,3
Відрада	56,3	52,6	63,7	66,7	59,8	+0,2
Альбатрос од.	56,9	50,8	64,9	61,3	58,5	-1,1
\bar{x} по групі	57,9	54,2	64,4	64,4	60,2	+0,6
високорослі I групи						
Одеська 267	55,0	57,4	63,3	58,6	58,6	-1,0
Ластівка од.	55,9	56,8	62,0	65,8	60,1	+0,5
Пилипівка	61,5	57,4	67,3	68,7	63,7	+4,1
Чародійка б.ц.	60,9	55,4	80,2	70,5	66,7	+7,1
\bar{x} по групі	58,3	56,7	68,2	65,9	62,3	+2,7
\bar{x} по досліді	56,6	54,0	64,8	63,1	59,6	
НІР _{0,5}	0,86	0,38	0,56	0,91		

За варіабельності довжини головного стебла (6,0–25,7 см) незначна мінливість досліджуваної ознаки в роки проведення досліджень визначена у сортів Столична (6,0 см), Сонечко (6,4 см), Одеська 267 (8,7 см), Ластівка одеська (10,7 см), Колос Миронівщини (10,8 см), Писанка (11,8 см) та Пилипівка (12,1 см) з незначним фенотиповим коефіцієнтом варіації 4,6 %, 3,6, 5,5, 7,0, 6,4, 7,3, 7,4 % відповідно (табл. 3).

Середнім розмахом мінливості довжини стебла характеризувалися сорти Олеся (13,2 см), Білоцерківська напівкарликова (13,4 см), Відрада (14,5 см), Альбатрос одеський (14,8 см), Донська напівкарликова (16,2 см) та смуглянка (16,4 см) з незначним 8,3 %, 8,9, 9,9, 9,4 % та середнім 12,1 %, 13,6 % індивідуальним коефіцієнтом варіації відповідно.

Таблиця 3

**Мінливість довжини головного стебла сортів пшениці м'якої озимої,
середнє за 2019–2022 рр.**

Сорт	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, см	Lim (см)		R, см	S ²	V, %
		min	max			
низькорослі II групи						
Б. ц. н/к.	55,9±1,42	50,3	63,8	13,4	24,3	8,9*
Сонечко	59,6±0,61	56,1	62,5	6,4	4,5	3,6*
Смуглянка	56,3±2,21	47,7	64,1	16,4	58,7	13,6*
\bar{x} по групі	–				20,4	7,9**
середньорослі I групи						
Донська н/к.	55,4±1,92	49,9	66,1	16,2	44,2	12,1*
Лісова пісня	57,2±2,46	44,1	64,5	20,4	72,5	14,9*
Олеся	57,2±1,38	53,0	64,1	13,2	22,8	8,3*
Колос Мир.	62,5±1,16	56,6	67,4	10,8	16,1	6,4*
\bar{x} по групі	–				21,9	8,1**
середньорослі II групи						
Столична	59,6±0,78	56,8	62,8	6,0	7,4	4,6*
Писанка	62,9±1,33	56,3	68,1	11,8	21,2	7,3*
Відрада	59,8±1,70	52,4	66,9	14,5	34,7	9,9*
Альбатрос од.	58,5±1,59	50,7	65,5	14,8	30,5	9,4*
\bar{x} по групі	–				20,7	7,6**
високорослі I групи						
Одеська 267	58,6±0,92	54,9	63,6	8,7	10,2	5,5*
Ластівка од.	60,1±1,22	55,9	66,6	10,7	17,7	7,0*
Пилипівка	63,7±1,36	57,2	69,2	12,1	22,4	7,4*
Чародійка б.ц.	66,7±2,85	55,1	80,8	25,7	97,8	14,8*
\bar{x} по групі	–				25,8	8,2**

Примітка: * – фенотипові (індивідуальні) коефіцієнти варіації, ** – генотипові (міжсортів) коефіцієнти варіації.

Найбільша мінливість довжини головного стебла визначена у сортів Лісова пісня (20,4 см) та Чародійка білоцерківська (25,7 см) за середніх фенотипових коефіцієнтів варіації 14,9 та 14,8 % відповідно.

У всіх досліджуваних груп сортів міжсортів мінливість довжини стебла встановлена на незначному рівні від 7,6 % (середньорослі II групи) до 8,2 % (високорослі I групи).

Двофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що в середньому за 2019–2022 рр. довжина головного стебла усіх задіяних у досліді сортів пшениці м'якої озимої на 42,76 % визначалася умовами року, натомість, сорт формував даний показник лише на 17,59 %. Вплив взаємодії «сорт – умови року» становив 34,68 %, а частка впливу інших факторів визначена на рівні 4,97 % (рис. 1).

В розрізі різних за висотою груп сортів нами було встановлено певні відмінності впливу досліджуваних факторів на формування довжини головного стебла (рис. 2).

Найбільший вплив сорту (22,93 %) визначено в I групі високорослих сортів. Водночас, у низькорослих генотипів II групи і середньорослих II групи вплив сорту був найменший – 9,93 і 11,14 % відповідно. Вплив умов року в досліджуваних

групах за висотою рослин змінювався від 47,25 % у середньорослих I групи до 78,25 % у середньорослих II групи, а взаємодії «сорт – умови року» від 9,97 % (середньорослі II групи) до 34,91 % – середньорослі I групи. Частка впливу інших факторів знаходилася на рівні 0,20–0,65 %.

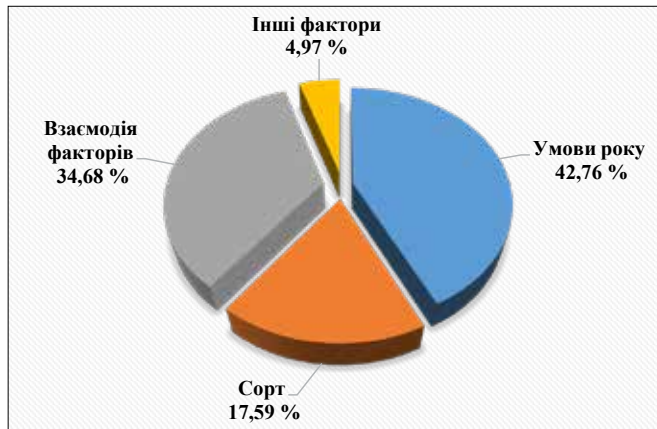


Рис. 1. Частка впливу факторів на формування довжини головного стебла, середнє за 2019–2022 рр.

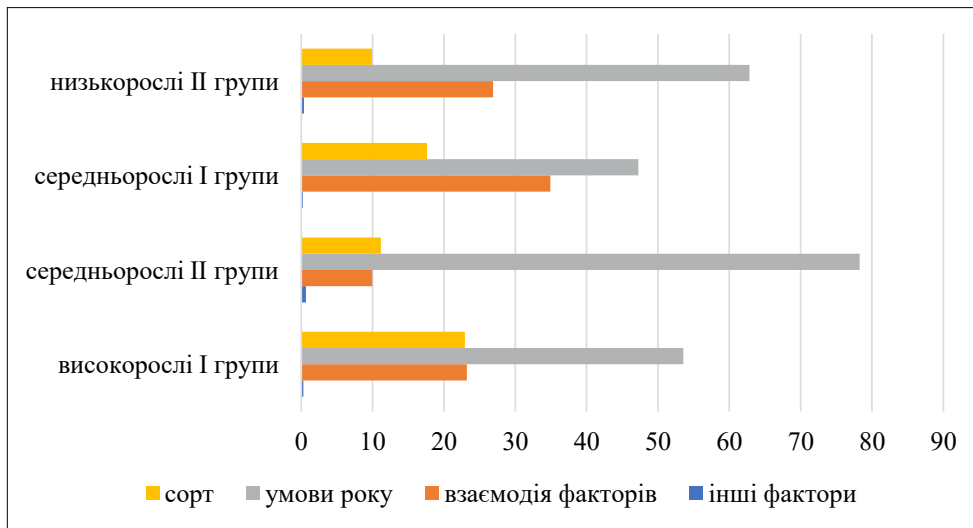


Рис. 2. Частка впливу факторів на довжину головного стебла в досліджуваних за висотою груп сортів пшениці м'якої озимої, 2019–2022 рр.

Висновки і пропозиції. У різних за висотою рослин досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої довжина головного стебла, в середньому за 2019–2022 рр., характеризувалася незначною і середньою фенотиповою мінливістю. Виділені сорти: низькорослий II групи Сонечко; середньорослий I групи Колос Миронівщини; середньорослі II групи Столична, Писанка; високорослі I групи Одеська 267, Ластівка одеська, Пилипівка, з незначною індивідуальною мінливістю і незначним

коефіцієнтом варіації. Генотипова мінливість досліджуваних за висотою рослин груп була незначною – 7,6–8,2 %.

На зменшення довжини стебла в досліджуваних сортів найбільш впливала недостатня кількість опадів впродовж 30–40 діб від часу відновлення весняної вегетації.

Формування довжини головного стебла в сортів пшениці м'якої озимої на 42,76 % обумовлено умовами року, 34,68 % взаємодією «сорт–умови року», 17,59 % сортом і 4,97 % впливом інших факторів. В розрізі різних за висотою груп сортів встановлено певні відмінності впливу досліджуваних факторів при формуванні довжини головного стебла. Найбільший вплив сорту визначено в I групі високорослих сортів (22,93 %) та I групі середньорослих – 17,64 %. Водночас, у низкорослих генотипів II групи і середньорослих II групи вплив сорту був найменший – 9,93 і 11,14 % відповідно. Фактор «умови року» в досліджуваних за висотою рослин групах сортів змінювався від 47,25 % у середньорослих I групи до 78,25 % – середньорослі II групи. Взаємодія «сорт – умови року» впливала на досліджувану ознаку від 9,97 % у середньорослих сортів II групи до 34,91 % – середньорослі I групи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Tadesse W., Sanchez-Garcia M., Assefa S.G, Amri A., Bishaw Z., Ogbonaya F.C., Baum M. Genetic gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*. 2019. № 1. Article e190005. DOI: 10.20900/cbagg20190005.
2. Черенков А. В., Гасанова І. І., Солодушко М. М. Пшениця озима – розвиток та селекція культури в історичному аспекті. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони*. 2014. № 6. С. 3–6.
3. Nazarenko M., Mykolenko S., Okhmat P. Variation in grain productivity and quality of modern winter wheat varieties in northern Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (3). P. 102–108. DOI: 10.15421/2020_175.
4. Hatfield J. L., Beres B. L. Yield gaps in wheat: path to enhancing productivity. *Frontiers in Plant Science*. 2019. № 10. Article 1603. DOI: 10.3389/fpls.2019.01603
5. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О. Реакція сортів пшениці озимої на фактори та умови вирощування в зоні Степу України. *Вісник ХНАУ*. 2017. № 1. С. 43–52.
6. Гасанова І. І., Ноздріна Н. Л., Єрашова М. В., Педаш О. О. Вплив погодних умов та сортових особливостей на формування елементів структури врожаю пшениці м'якої озимої в Північному Степу. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 82–90. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0210>
7. Кириленко В. В., Шутенко А. В. Характер прояву адаптивних властивостей у генотипів пшениці озимої миронівської селекції. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 55–59.
8. Бойчук І. В. Обґрунтування підбору сортів пшениці озимої для умов південного степу України. *Topical issues of the development of modern science: The 7th International scientific and practical conference*. Sofia, Bulgaria : ACCENT, 2020. P. 151–161.
9. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.
10. Хоменко С. О. та ін. Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої ярої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. № 21. С. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839
11. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Федорук Ю. В. Вплив генотипу і умов року на трансгресивну мінливість за довжиною стебла у популяцій

другого покоління пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2022. № 2. С. 56–67. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-56-67

12. Назаренко М. М., Іжболдін О. О., Білан Д. С. Продуктивність та якість зерна сортів пшениці озимої в умовах північного степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 144–151. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.20>

13. Cann D., Hunt J., Rattey A., Porker K. Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*. 2022. № 282. Article 108505. DOI: 10.1016/j.fcr.2022.108505

14. Ноздріна Н. Л. Формування елементів структури врожайності та якості зерна нових сортів пшениці озимої в Північному Степу. *Сторінка молодого вченого*. 2014. С. 165–168.

15. Орлюк А. П., Усик Л. О. Вплив генотип-середовищних взаємодій на морфометричні ознаки і продуктивність озимої м'якої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2005. № 36. С. 17–23.

16. Harasim E., Wesoiowski M., Kwiatkowski C., Harasim P., Staniak M., Feledyn-Szewczyk B. The contribution of yield components in determining the productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agrobotanic*. 2016. № 69 (3). P. 1–10. DOI: 10.5586/aa.1675

17. Базалій В. В., Бойчук І. В., Лавриненко Ю. О., Базалій Г. Г., Домарацький Є. О., Ларченко О. В. Створення сортів пшениці різного типу розвитку, адаптованих до різних умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2018. № 23. С. 14–18.

18. Дубовик Н. С., Кириленко В. В., Дергачов О. Л. Пластичність та стабільність вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Миронівський вісник*. 2015. № 1. С. 36–46.

19. Лозінський М. В. Успадкування довжини стебла і міжвузлів пшениці м'якої озимої в F_1 та розщеплення в F_2 за гібридизації різних екотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агронія і біологія*. 2016. № 9. С. 186–191.

20. Уліч О. Л. Нове покоління низькорослих і напівкарликових сортів пшениць – біологічна основа високої продуктивності. *Біологічні науки і проблеми рослинництва: Зб. наук. праць УДАУ (спец. вип.)*. 2003. С. 405–410.

21. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції : монографія. Херсон : Айлант, 2012. 436 с.

22. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В., Дубова О. А. Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої залежно від їх генотипів та умов вирощування. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 11–15.

23. Vakhnyi S. et al. Variation and transgressive variability of the stem length in F_1 and F_2 soft spring wheat under conditions of foreststeppe of Ukraine. *EurAsian Journal of Biosciences*. 2019. № 13 (2). P. 1187–1193.

24. Волкодав В. В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: заг. част. Охорона прав на сорти рослин. *Офіційний бюлетень*. Київ : АЛЕФА, 2003. № 1 (3). 106 с.

25. Гопцій Т. І., Проскурін М. В. Генетико-статистичні методи в селекції : навч. посібник. Харків, 2003. 103 с.

26. Опря А. Т., Дорогань-Писаренко Л. О., Єгорова О. В., Кононенко Ж. А., Статистика : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2014. 536 с.

27. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В. Зерновиробництво. Львів : НФВ «Українські технології», 2008. 624 с.

UDC 631.582.5:631.8:633.11

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.14>

YIELD AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT DEPEND ON THE FERTILIZER SYSTEM AND BIOPREPARATION

Mashchenko Yu.V. – Ph.D.,

Head of the Scientific and Technological Department for Soil Fertility Conservation,
Institute of Agriculture of the Steppe, National Academy of Agrarian Sciences

Sokolovska I.M. – Ph.D.,

Associate Professor at the Department of Crop Farming and Agroengineering,
Kherson State Agrarian Economic University

Increasing grain yield of winter wheat, reducing resource and chemical inputs, and soil load are a priority direction for the development of agriculture. An important technological link in the cultivation of winter wheat is the fertilization system, which depends on the specific soil and climatic conditions of the region, crop rotation, and variety characteristics. Therefore, studying and developing biotechnological methods of crop cultivation, taking into account the requirements of modern high-yielding varieties and the variability of weather conditions, is a relevant research direction.

Field research was conducted from 2019 to 2023 at the Laboratory of Agriculture of the Institute of Agriculture of the Steppe. Winter wheat variety Oranta Odeska was grown in a short-rotation grain-fallow crop rotation.

According to the results of our research, the highest yield level without fertilizers was observed in 2022, reaching 7.88 t/ha. The highest yields with mineral and organic-mineral fertilizer systems were recorded in 2023, at 8.94 t/ha and 9.09 t/ha respectively. The maximum yield of 9.61 t/ha was achieved in 2023 using the organic-mineral fertilizer system combined with the use of a biopreparation. The use of the microbial biopreparation Mycofriend resulted in significant yield increases compared to no fertilizer application (0.48 t/ha or 8.4%), the organic-mineral fertilizer system (0.37 t/ha or 5.5%), and the mineral fertilizer system (0.34 t/ha or 5.2%).

The highest productivity was observed in plants grown with the organic-mineral fertilizer system combined with the use of the biopreparation Mycofriend: 7.96 t/ha of grain units, 10.21 t/ha of feed units, and 0.87 t/ha of digestible protein. The highest biopreparation effect was observed without fertilizer application, with yield increases of 0.52 t/ha (8.4%) for grain units, 0.67 t/ha (8.4%) for feed units, and 0.06 t/ha (9.3%) for digestible protein. The highest nutrient content was obtained in 2022 and 2023 using the organic-mineral fertilizer system combined with the biopreparation: 10.39 t/ha and 10.57 t/ha of grain units, 13.32 t/ha and 13.55 t/ha of feed units, and 1.13 t/ha and 1.15 t/ha of digestible protein, respectively.

Key words: fertilization systems, biopreparation, yield, productivity, winter wheat.

Мащенко Ю.В., Соколовська І.М. Урожайність та продуктивність пшениці озимої залежно від систем удобрення і біопрепарату

Підвищення врожайності зерна пшениці озимої, зменшення витрат ресурсів і хімічних речовин, навантаження на ґрунт – є пріоритетним напрямком розвитку сільського господарства. Важливою технологічною ланкою при вирощуванні пшениці озимої є система удобрення, специфіка ґрунтового-кліматичних умов зони, попередників та сортових особливостей пшениці озимої. Таким чином, вивчення та розробка біотехнологічних прийомів вирощування культури, враховуючи вимоги сучасних, високоврожайних сортів та кліматичні умови, які постійно змінюються, є актуальним напрямком досліджень.

Полюві дослідження проводилися протягом 2019–2023 рр. в лабораторії землеробства Інституту сільського господарства Степу НААН. Пшеницю озиму сорту Оранта одеська вирощували у короткоротаційній зернопаропросанній сівозміні.

За результатами наших досліджень було встановлено, що найбільший рівень врожайності на фоні без добрив формували рослини пшениці озимої сорту Оранта одеська в умовах 2022 року, який становив 7,88 т/га. На фонах мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення найбільша урожайність була у 2023 році і становила 8,94 т/га та 9,09 т/га відповідно. Максимальний рівень врожайності – 9,61 т/га був також 2023 року за умов

вищого врожаю пшениці озимої при поєднанні органо-мінеральної системи удобрення з використанням біопрепарату. Використання мікробного біопрепарату Мікофренд сприяло отриманню достовірних приростів за врожайністю на фоні без внесення добрив 0,48 т/га (8,4%), за органо-мінеральної системи удобрення 0,37 т/га (5,5%) та за мінеральної системи удобрення 0,34 т/га (5,2%).

Найвищий рівень продуктивності формували рослини пшениці озимої за органо-мінеральної системи удобрення з використанням біопрепарату Мікофренд: 7,96 т/га зернових одиниць, 10,21 т/га кормових одиниць, 0,87 т/га перетравного протеїну. Найвища дія біопрепарату була на фоні без внесення добрив, при цьому приростки за зерновими одиницями становили 0,52 т/га (8,4%), за кормовими одиницями – 0,67 т/га (8,4%) та перетравним протеїном – 0,06 т/га (9,3%). Найбільший збір поживних речовин отримано в умовах 2022 р. та 2023 р. за органо-мінеральної системи удобрення з використанням біопрепарату: 10,39 т/га та 10,57 т/га зернових одиниць, 13,32 т/га та 13,55 т/га кормових одиниць та 1,13 т/га та 1,15 т/га перетравного протеїну відповідно.

Ключові слова: системи удобрення, біопрепарати, урожайність, продуктивність, пшениця озима.

Problem statement. Winter wheat is the main agricultural crop in many countries around the world and the main food crop in the Steppe Zone of Ukraine. Increasing production and improving the quality of winter wheat grain remains an important task for scientists and farmers. Scientifically justified fertilizer systems, intensive technologies for growing grain crops using bioresources are the main tools in solving the set tasks [1; 2].

The fertilizer system is considered an important technological link in the cultivation of winter wheat, which should be based on knowledge of the main stages of plant development, their nutrient requirements, as well as the specific soil and climatic conditions of the zone, predecessors, and varietal characteristics of winter wheat [3–5].

The issue of intensifying grain production is inseparable from the production and use of new biogenic effective preparations that positively affect the growth and development of cultivated plants [6].

Thus, studying and developing biotechnological methods of cultivating crops, taking into account the requirements of modern high-yielding varieties and constantly changing climatic conditions, is a relevant research direction. Increasing the yield of winter wheat grain while reducing resource costs and chemical substances load on the soil is a priority direction for the development of agriculture, success in which can be achieved through the ecologization of crop farming [7; 8].

Analysis of recent research and publications. Correction of the component composition and quantity of mineral fertilizers, taking into account all necessary nutrients for the formation of healthy and high-yielding plants, in combination with biologically active substances, can significantly reduce production costs and increase the efficiency of winter wheat grain cultivation [9].

Recently, due to insufficient use of organic fertilizers, the role of mineral fertilizers has significantly increased. In order to obtain stable yields of winter wheat with high grain productivity, it is necessary to create optimal conditions for plant nutrition, primarily with macroelements. One of the important conditions for effective fertilizer use is determining the plant's nutrient requirements for the desired yield level, taking into account the content of mobile NPK compounds in the soil [10].

Increasing the grain yield of winter wheat is directly related to various elements of crop structure, for example, the amount of productive straw per unit area. Previous researchers have found that the productivity and grain yield of wheat depend on 50% on productive straw, 25% on the number of grains per spike, and 25% on the weight of 1000 grains. These indicators are also influenced by the nutrient content of crop

residues from previous crops, but to a greater extent, by weather conditions in the year of sowing [11–14].

Due to active climate change and global warming, moisture has become the main key factor affecting the yield of agricultural crops. In the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, it is especially important to accumulate and preserve moisture in the soil in order to provide plants with maximum moisture, which has the greatest impact on the yield level of agricultural crops, including winter cereals. In addition, soil moisture not only determines the level of plant vitality but also determines the activity of microorganisms that ensure the intensity of many physicochemical processes in plants.

Recently, there has been an increasing interest among domestic farmers in biological preparations [15]. Biopreparations stimulate the growth and development of agricultural crops, increase resistance to stress and diseases, and balance nutrition. This effect is achieved through the action of live bacteria that convert insoluble compounds in the soil into available forms. Active microorganisms provide additional nitrogen nutrition and protect plants from bacterial and fungal diseases [16].

Biopreparations allow fully realizing the potential of varieties when the cultivation technology does not correspond to their genetic capabilities to ensure an adequate level of reliability and protection of the genotype from the adverse effects of biotic and abiotic factors of the external environment [17].

The complex use of traditional methods of winter wheat cultivation with new innovative elements of biologization makes it possible to significantly increase plant productivity and the quality of the cultivated products in different soil-climatic zones [18–20].

Task of research. Justify the yield level and productivity of winter wheat depending on the fertilization system and biopreparation for its cultivation in a short crop rotation.

Materials and methods of research. Field research was conducted from 2019 to 2023 in the agriculture laboratory of Institute of Agriculture of the Steppe, National Academy of Agrarian Sciences. Research methods included field and laboratory-field experiments. The object of the research was the fertilization systems and biopreparation.

Winter wheat variety Oranta Odeska was grown in a short crop rotation, which included the following crop rotation: 1) Fallow and occupied fallow; 2) Winter wheat; 3) Soybean; 4) Corn for grain; 5) Sunflower. Peas were sown in the occupied fallow, and mineral fertilizers were applied at a rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$.

The cultivation technology of winter wheat in crop rotations is generally accepted for the zone, except for the techniques that are being studied.

Winter wheat was sown at optimal sowing dates with a seeding rate of 4.5 million seeds/ha, using three fertilization systems: 1. Without fertilizers; 2. Mineral fertilization system ($N_{90}P_{60}K_{60}$); 3. Organic-mineral ($N_{30}P_{30}K_{30}$ – at sowing, $N_{30}P_{30}K_{30}$ – under the cover crop, and N_{30} – in early spring fertilization) using by-products of the cover crop as organic matter. The variants with fertilization systems were divided into variants without seed inoculation with a biopreparation for winter wheat and with the use of the biologically active preparation Mycofriend (1.0 L/ton). Mycofriend is a mycorrhizal biopreparation, the main biological action of which is plant nutrition and protection against diseases.

The general cultivation technology was as follows: primary soil tillage began with two-time plowing. The first plowing was done to a depth of 6–8 cm, and the second plowing was done to a depth of 8–10 cm 2–3 weeks after the first plowing (when weeds appeared).

In the fall, deep plowing was carried out to a depth of 23–25 cm. Pre-sowing soil preparation consisted of cultivation to a depth of 5–8 cm. If necessary, chemical protection against weeds was applied as insurance herbicides.

Care for the crops consisted of post-sowing harrowing. Control of pests and diseases was carried out according to existing recommendations in the zone. The establishment and conduct of experiments were carried out according to the methodology of field research.

The weather conditions during the cultivation of winter wheat from 2019 to 2021 were not favorable enough to achieve high productivity indicators for the studied crop. The weather conditions during the research period from 2022 to 2023 were favorable enough to achieve high yields and productivity of winter wheat.

The results of the research conducted in 2019 showed that the yield of winter wheat depended on the fertilization systems and their interaction with the biopreparation. The yield level was significantly higher in the mineral and organic-mineral fertilization systems compared to the variant without fertilizers, with an increase of 0.41 t/ha and 0.64 t/ha, respectively (Table 1). When the organic-mineral fertilization system was combined with seed inoculation using the biopreparation, a significant yield increase of 0.29 t/ha was observed compared to the control without fertilizers. The biopreparation resulted in a significant yield increase of 0.37 t/ha in the variant without fertilizers.

Table 1

Yield of winter wheat variety Oranta Odeska depending on the fertilization system and biopreparation (2019–2023)

Fertilization system (factor A)	Biopreparation (factor B)	Years					Average for the years	Difference			
		2019	2020	2021	2022	2023		for factor A		for factor B	
								t/ha	%	t/ha	%
Without fertilizers	Without biopreparation	4,59	5,12	3,78	7,88	7,04	5,68	–	–	–	–
	Mycofriend	4,96	5,94	4,40	8,26	7,24	6,16	–	–	0,48	8,4
Mineral	Without biopreparation	5,00	6,07	4,59	8,18	8,94	6,56	0,87	15,4	–	–
	Mycofriend	5,16	6,44	4,84	8,65	9,40	6,90	0,74	12,0	0,34	5,2
Organic-mineral	Without biopreparation	5,22	6,22	4,87	8,92	9,09	6,86	1,18	20,8	–	–
	Mycofriend	5,25	6,53	5,35	9,45	9,61	7,24	1,08	17,5	0,37	5,5
LSD ₀₅	Factor A	0,33	0,28	0,32	0,09	0,21	0,36	–	–	–	–
	factor B	0,27	0,23	0,26	0,08	0,17	0,29	–	–	–	–
	Interaction of factors AB	0,47	0,40	0,46	0,13	0,29	0,50	–	–	–	–

In 2020, the yield of winter wheat ranged from 5.12 t/ha in the control variant without fertilizers to 6.53 t/ha in the variant with the organic-mineral fertilization system using Mycofriend. Significant yield increases were observed when using the biopreparation, ranging from 0.31–0.38 t/ha in the mineral and organic-mineral fertilization systems to 0.83 t/ha in the variant without fertilizers. The use of both mineral and organic-mineral fertilization systems, either alone or in combination with seed inoculation, resulted in significant yield increases ranging from 0.50 t/ha in the mineral fertilization system with the biopreparation to 1.10 t/ha in the organic-mineral fertilization system.

Analyzing yield data y years of research, it was determined that the lowest winter wheat yield was obtained in 2021. However, the yield increases from the use of fertilization systems and their combination with a biopreparation were significant this year, ranging from 0.45 t/ha for a mineral fertilization system with a biopreparation to 1.10 t/ha for an organo-mineral fertilization system. The separate effect of the microbial preparation was noted in the organo-mineral fertilization system and without fertilizers, with yield increases of 0.48 t/ha and 0.62 t/ha respectively.

Favorable weather conditions in 2022 allowed for a winter wheat yield ranging from 7.88 t/ha without fertilizers to 9.45 t/ha for an organo-mineral fertilization system with the use of a bioinoculant. The yield increases from the investigated factors were significant, ranging from 0.30 t/ha for a mineral fertilization system to 1.19 t/ha for the use of an organo-mineral fertilization system and microbial preparation. The yield increases from the application of the biopreparation were determined as follows: without fertilizers – 0.38 t/ha, mineral fertilization system – 0.47 t/ha, organo-mineral fertilization system – 0.53 t/ha. A similar dependence on the use of a microbiologically active preparation was observed in the conditions of 2023, with yield increases of 0.20 t/ha without fertilizers, 0.45 t/ha for a mineral fertilization system, and 0.52 t/ha for an organo-mineral fertilization system.

Comparing winter wheat yield indicators, it can be stated that the most favorable conditions in five years of research were observed in 2022 when all fertilization systems contributed to high yields.

In the conditions of 2023, Oranta Odeska winter wheat plants had the opportunity to reach their highest yield potential with an organo-mineral fertilization system using the biologically active preparation Mycofriend, reaching 9.61 t/ha. This was facilitated by the application of fertilizers, while the yield without fertilizers was 0.84 t/ha lower compared to the indicators of 2022. Therefore, the conditions of 2022 were more favorable for the investigated variants and to some extent neutralized the investigated factors. It was established that in the conditions of 2023, the use of a mineral and organo-mineral fertilization system, along with their combination with a microbial preparation, contributed to significantly higher yields compared to variants without fertilizers and without a biopreparation. The yield increases ranged from 1.90 t/ha for a mineral fertilization system to 2.38 t/ha for an organo-mineral fertilization system with the use of an inoculant.

Taking into account that the winter wheat yield, under the influence of unfavorable weather conditions from 2019 to 2021, ranged from 3.78 to 6.53 t/ha, the average yield over the years of research ranged from 5.68 t/ha without fertilizers to 7.24 t/ha for an organo-mineral fertilization system with a microbial preparation. Significant yield increases were determined for mineral (0.87 t/ha or 15.4%) and organo-mineral fertilization systems (1.18 t/ha or 20.8%), as well as their combination with a biopreparation – 0.74 t/ha and 1.08 t/ha respectively.

It was established that the average yield increase indicators for winter wheat from 2019 to 2023 were significant and amounted to 0.34 t/ha for a mineral fertilization system, 0.37 t/ha for an organo-mineral fertilization system, and 0.48 t/ha without the application of fertilizers.

Therefore, the highest level of productivity was formed by winter wheat plants of the Oranta Odeska variety in 2022 in the variant without fertilizers, which amounted to 7.88 t/ha. In 2023, the highest yield was obtained in the mineral fertilization system – 8.94 t/ha, and in the organic-mineral fertilization system – 9.09 t/ha. The highest yield of winter wheat was formed in 2023 in the organo-mineral fertilization system with the use of the biopreparation, reaching 9.61 t/ha. It was found that on average over the

five years of research, the use of the mineral fertilization system and its combination with the biopreparation contributed to significant yield increases, amounting to 0.87 t/ha and 0.74 t/ha, respectively. The use of mineral fertilizers with a cover crop and its combination with seed inoculation before sowing also resulted in significant yield increases, amounting to 1.18 t/ha and 1.08 t/ha, respectively. The use of the microbial preparation led to significant yield increases, which amounted to 0.48 t/ha (8.4%) in the variant without fertilizer application, 0.37 t/ha (5.5%) in the organic-mineral fertilization system, and 0.34 t/ha (5.2%) in the mineral fertilization system.

Over the years of conducting research on winter wheat cultivation in the conditions of the northern steppe of Ukraine, we determined the indicators of yield productivity elements depending on fertilization systems and seed treatment with a biopreparation. The analysis of the obtained data showed that the increase in grain units yield per unit area occurred both due to the fertilization system and the biopreparation. However, it should be noted that a more significant increase in this indicator was observed in the mineral and organo-mineral fertilization systems. For example, the application of only $N_{90}P_{60}K_{60}$ per hectare allowed for an additional 0.96 tons of grain yield (15.4%) and with the use of by-products of the previous crop – 1.30 t/ha (20.8%), which resulted in a winter wheat productivity of 7.21 t/ha and 7.55 t/ha, respectively (Table 2).

Table 2

Winter wheat productivity of the Oranta Odeska variety depending on the fertilization system and biopreparation (2019–2023)

Fertilization system (factor A)	Biopreparation (factor B)	Average for 2019–2023	Difference			
			for f actor A		for factor B	
			t/ha	%	t/ha	%
Grain units yield						
Without fertilizers	Without biopreparation	6,25	–	–	–	–
	Mycofriend	6,77	–	–	0,52	8,4
Mineral	Without biopreparation	7,21	0,96	15,4	–	–
	Mycofriend	7,59	0,81	12,0	0,37	5,2
Organic-mineral	Without biopreparation	7,55	1,30	20,8	–	–
	Mycofriend	7,96	1,19	17,5	0,41	5,5
Feed units yield						
Without fertilizers	Without biopreparation	8,01	–	–	–	–
	Mycofriend	8,68	–	–	0,67	8,4
Mineral	Without biopreparation	9,24	1,23	15,4	–	–
	Mycofriend	9,73	1,04	12,0	0,48	5,2
Organic-mineral	Without biopreparation	9,68	1,67	20,8	–	–
	Mycofriend	10,21	1,52	17,5	0,53	5,5
Protein units yield						
Without fertilizers	Without biopreparation	0,68	–	–	–	–
	Mycofriend	0,74	–	–	0,06	9,3
Mineral	Without biopreparation	0,79	0,11	16,4	–	–
	Mycofriend	0,83	0,09	12,0	0,04	5,2
Organic-mineral	Without biopreparation	0,82	0,15	21,8	–	–
	Mycofriend	0,87	0,13	17,5	0,04	5,5

Seed inoculation with the biopreparation significantly influenced the productivity of winter wheat in the mentioned fertilization systems. Despite the highest grain units yield with the use of Mycofriend in the organo-mineral fertilization system – 7.96 t/ha, the most effective action of the preparation was observed without the application of fertilizers – +0.52 t/ha (8.4%). The use of the biopreparation in the mineral fertilization system was least effective – +0.37 t/ha (5.2%).

It should be noted that in our experiments, similar trends were observed in the formation of other indicators of winter wheat productivity. Thus, the feed units yield in the mineral and organo-mineral fertilization systems was higher than in the variant without fertilizers – 9.24 t/ha and 9.68 t/ha, with an increase of 1.23 t/ha (15.4%) and 1.67 t/ha (20.8%), respectively. The interaction of the organo-mineral fertilization system with the biopreparation resulted in the highest feed units yield – 10.21 t/ha, but in terms of intensity, the combined effect of these factors was inferior to the variant without the use of the inoculant in the organo-mineral fertilization system – +1.52 t/ha (17.5%). The biopreparation had the most effective action in the natural nutrition system, providing an additional 0.67 tons of feed units per hectare or 8.4%.

The increase in digestible protein yield depended on the application of mineral and organic substances under winter wheat cultivation. The largest increase in additional production was obtained with the organo-mineral fertilization system – +0.15 t/ha (21.8%), and seed treatment with Mycofriend in this fertilization system resulted in the highest digestible protein yield – 0.87 t/ha. It should be noted that the intensity of Mycofriend's action decreased equally in the mineral and organo-mineral fertilization systems – +0.04 t/ha compared to the control – +0.06 t/ha.

The indicators of winter wheat productivity of the Oranta Odeska variety varied significantly over the years of research, confirming the influence of weather and climatic conditions on the biological potential of the crop. The highest grain units yield, feed unit yield, and digestible protein yield were obtained in 2022 and 2023.

The conditions in 2022 were the most favorable for the formation of crop productivity for the cultivation of winter wheat without the application of fertilizers: we got 8.67 t/ha of grain units yield, 11.12 t/ha of feed units yield, and 0.94 t/ha of digestible protein. Seed treatment with the biopreparation increased these indicators in these conditions to 9.09 t/ha, 11.65 t/ha, and 0.99 t/ha, respectively (Figure 1, 2, 3).

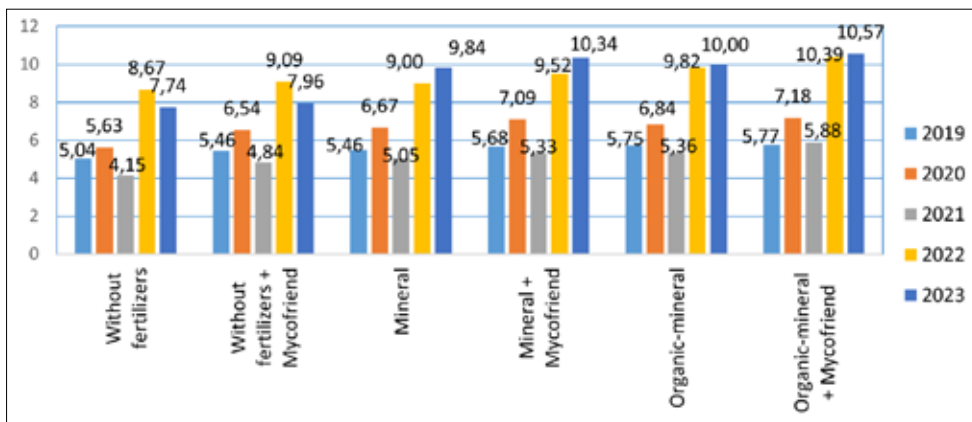


Fig. 1. Yield of grain units from the harvest of winter wheat variety Oranta Odeska depending on the fertilization system and biopreparation (2019–2023)

However, the highest nutrient yield from the produced crop was obtained in 2023 with the use of mineral and organo-mineral fertilization systems. Seed treatment with the biopreparation provided the highest productivity indicators for the Oranta Odeska variety in this year: 10.57 t/ha of grain units yield, 13.55 t/ha of feed units yield, and 1.15 t/ha of protein units.

Over the years of research, the yield of grain units per unit area of winter wheat variety Oranta Odessa varied between 4.15 and 10.57 t/ha. Despite the lowest grain units obtained in 2021 (4.15–5.88 t/ha), the variation of this indicator was within 1.73 t/ha (1.55 t/ha in 2020, 1.72 t/ha in 2022).

It should be noted that the formation of winter wheat productivity in 2019 was characterized by unfavorable weather conditions for achieving high performance indicators of the studied crop. However, the fertilization systems and biopreparations had the least impact on yield grain units in this year, within the range of 0.73 t/ha (Figure 2).

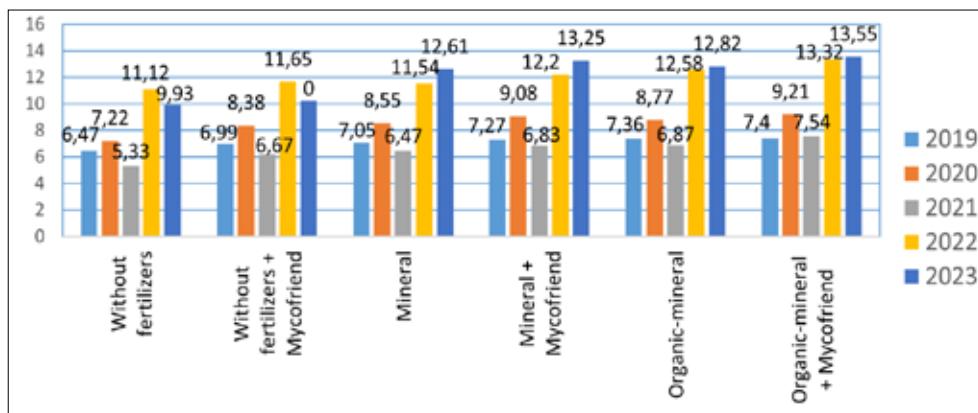


Fig. 2. Yield of feed units from the harvest of winter wheat variety Oranta Odeska depending on the fertilization system and biopreparation (2019–2023)

In the conditions of the northern Steppe of Ukraine, the indicators of winter wheat yield/feed units ranged from 5.33 t/ha to 13.55 t/ha. The highest collection of feed units was in 2023 with the use of a biopreparation under a mineral and organo-mineral fertilization system – 13.25 t/ha and 13.55 t/ha respectively (Figure 2). Moreover, the variation of this indicator in such conditions was also the highest – 3.62 t/ha. Attention should be paid to the indicators of feed unit yield in 2019 – they ranged from 6.47 to 7.40 t/ha, with a difference depending on the fertilization system and the use of biopreparation within the range of 0.93 t/ha. Thus, the influence of the factors we studied in this year was the smallest over the years of research.

Over the course of five years of research, we observed a similar trend in terms of accumulating protein units in the grain of Oranta Odeska. The highest indicator was recorded in 2023 with the use of a mineral and organo-mineral fertilization system with seed treatment with a biopreparation – 1.13 t/ha and 1.15 t/ha respectively, and the difference between them was not significant. The lowest output of protein units was in 2021 – 0.45–0.64 t/ha. In the conditions of 2019, the difference in protein collection from grain, which was formed under different fertilization systems and with the use of the biopreparation Mycofriend, was not significant, and the fluctuation of the indicator was within 0.08 t/ha (Figure 3).

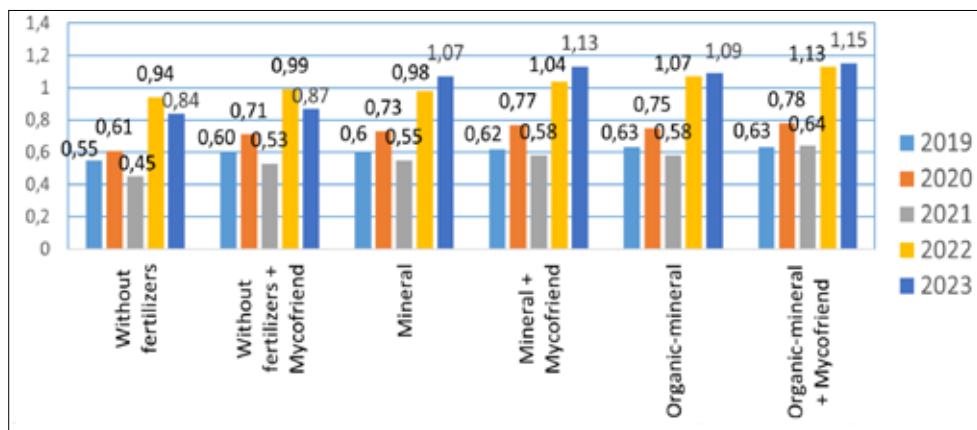


Fig. 3. Yield of protein units from the harvest of winter wheat variety Oranta Odeska depending on the fertilization system and biopreparation (2019–2023)

Despite the fact that the lowest protein output was in 2021 (0.45 t/ha), the application of fertilizers and seed treatment with a biopreparation increased the indicators to 0.64 t/ha under the organo-mineral fertilization system.

Thus, the highest level of productivity was achieved by plants of winter wheat variety Oranta Odeska under the organo-mineral fertilization system with the use of the biopreparation Mycofriend: 7.96 t/ha of grain units, 10.21 t/ha of feed units, 0.87 t/ha of protein units. However, the most intensive accumulation of nutrients occurred without seed treatment with the biopreparation: an additional were obtained 1.30 t/ha (20.8%) of grain units, 1.67 t/ha (20.8%) of feed units, 0.15 t/ha (21.8%) of protein units. The effectiveness of the Mycofriend preparation was highest without the application of fertilizers: +0.52 t/ha (8.4%) of grain units, +0.67 t/ha (8.4%) of feed units, +0.06 t/ha (9.3%) of protein units. The influence of the biopreparation on the productivity of the Oranta Odeska variety was minimal under the mineral fertilization system.

The highest collection of nutrients was obtained in favorable weather conditions during the years of research – 2022 and 2023. The highest level of productivity in these years was achieved under the organo-mineral fertilization system with the use of the biopreparation: 10.39 t/ha and 10.57 t/ha of grain units, 13.32 t/ha and 13.55 t/ha of feed units, and 1.13 t/ha and 1.15 t/ha of protein units. Fertilization systems and biologization had the most intensive impact on productivity indicators in more favorable weather conditions. Critically insufficient moisture and high temperatures neutralized the effect of nutrients and microorganisms, and the output of nutrient units was the lowest in 2021 and 2019 – 4.15–5.88 t/ha and 5.04–5.77 t/ha of grain units, 5.33–7.54 t/ha and 6.47–7.40 t/ha of feed units, 0.45–0.64 t/ha and 0.55–0.63 t/ha of protein units, respectively.

Conclusions:

1. The highest level of productivity was achieved by plants of winter wheat variety Oranta Odeska without the application of fertilizers in 2022, which amounted to 7.88 t/ha. On the backgrounds of mineral and organo-mineral fertilization systems, the highest yield was in 2023, reaching 8.94 t/ha and 9.09 t/ha, respectively. The maximum level of productivity – 9.61 t/ha was also in 2023 under the conditions of growing winter wheat with the combination of organo-mineral fertilization system and the use of a biopreparation.

2. The use of the microbial biopreparation Mycofriend contributed to significant increases in productivity without the application of fertilizers: 0.48 t/ha (8.4%), under the organo-mineral fertilization system: 0.37 t/ha (5.5%), and under the mineral fertilization system: 0.34 t/ha (5.2%).

3. The highest level of productivity was achieved by plants of winter wheat under the organo-mineral fertilization system with the use of the biopreparation Mycofriend: 7.96 t/ha of grain units, 10.21 t/ha of feed units, 0.87 t/ha of protein units.

4. The most significant effect of the biopreparation was observed without the application of fertilizers, with additional gains of 0.52 t/ha (8.4%) of grain units, 0.67 t/ha (8.4%) of feed units, and 0.06 t/ha (9.3%) of protein units.

5. The highest collection of nutrients was obtained in favorable weather conditions during the years 2022 and 2023 under the organo-mineral fertilization system with the use of the biopreparation: 10.39 t/ha and 10.57 t/ha of grain units, 13.32 t/ha and 13.55 t/ha of feed units, and 1.13 t/ha and 1.15 t/ha of protein units, respectively.

REFERENCES:

1. Korkhova M., Smirnova I., Panfilova A., Bilichenko O. Productivity of winter wheat depending on varietal characteristics and pre-sowing treatment of seeds with biological products. *Scientific Horizons*. 2023. № 26 (5). P. 65–75. DOI: 10.48077/scihor5.2023.65.
2. Gamayunova, V., Kovalenko O., Smirnova I., Korkhova M. The Formation of the Productivity of Winter Wheat Depends on the Predecessor, Doses of Mineral Fertilizers and Bio Preparations. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25. № 6. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.65–74.
3. Хорішко С. А., Козелецький О. М. Системи удобрення та їх вплив на продуктивність культури. *Агронам*. 2016. URL: <https://www.agronom.com.ua/udobrennya-pshenytsi-porivnyannya-riznyh-dobryv-ta-terminiv-yih-zastosuvannya/>
4. Мащенко Ю. В., Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Урожайність пшениці озимої у сівозмінах степу залежно від систем удобрення та біопрепарату. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. P. 77–83. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.18.11
5. Orlovsky M., Tymoshchuk T., Konopchuk O., Voitshevsky V., Didur I. The effect of growth technology features on the productivity of winter wheat in the context of ukrainian western polissia. *Scientific horizons*. 2019, № 11 (84). P. 77–85. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-77-85.
6. Вожегова Р. А., Кривенко А. І., Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1 (101)
7. Madushanki R., Halgamuge A. A., Surangi Wirasagoda M. N., Syed W. A. H. Adoption of the internet of things (iot) in agriculture and smart farming towards urban greening: A review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2019. № 10 (4). P. 11–28.
8. Soto-Gómez D., Pérez-Rodríguez P. Sustainable agriculture through perennial grains: Wheat, rice, maize, and other species. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2022. № 325. P. 10747. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107747
9. Lukashchuk L., Kurach O., Snizhok O., Huk L., Kucherova A. Influence of fertilization and care systems on productivity and quality of winter wheat grain. *Bulletin of Agricultural Science*. 2020. Vol. 98. № 10. DOI: 10.31073/agrovisnyk202010–02
10. Yan F., Zhang F., Fan X., Fan J., Wang Y., Zou H., Wang H., Li G. Determining irrigation amount and fertilisation rate to simultaneously optimize grain yield, grain nitrogen accumulation and economic benefit of drip-fertigated spring maize in north-west China. *Agricultural Water Management*. 2021. № 243. Article number 106440. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106440

11. Olkhovskiy G., Bobro M., Chechui O. The detailed method for determining the structure of winter wheat crops. *Herald of Agrarian Science*. 2019. № 97 (12). P. 22–29. DOI: 10.31073/agrovisnyk201912–03
 12. Korkhova M., Mykolaichuk V. Influence of weather conditions on the duration of interphysical periods and yield of durum winter wheat. *Scientific Horizons*. 2022. № 25 (2). P. 36–46. DOI: 10.48077/scihor
 13. Panfilova A., Korkhova M., Gamayunova V., Drobitko A., Nikonchuk N., Markova N. Formation of photosynthetic and grain yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on varietal characteristics and optimisation of nutrition. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019. № 10 (2). P. 78–85.
 14. Andriichenko L. V., Kachanova T. V. Formation of winter wheat grain yield in the Steppe zone of Ukraine depending on the variety, fertiliser and precursor. *Taurian Scientific Bulletin*. 2018. № 100 (1). P. 3–8.
 15. Kulkarni S., Goswami A. Effect of excess fertilisers and nutrients: A review on impact on plants and human population. In *Proceedings of international conference on sustainable computing in science, technology and management (SUSCOM)*. 2019. P. 2094–2099. Jaipur: Amity University Rajasthan.
 16. Krutyakova, V. Biological method as the basis of sustainable development of domestic agriculture. *Herald of Agrarian Science*. 2020. № 9 (810). P. 5–14. DOI: 10.31073/agrovisnyk202009–01
 17. Smetanko, A. V., Burykina, S. I., Krivenko, A. I. The influence of the elements of the biologization of the cultivation of winter wheat on various backgrounds of mineral nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science*. 2018. № 8. P. 33–37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2018_8_7
 18. Voloshchuk I., Voloshchuk O., Stasiv V., Hlyva L. Bastruk-Hlodan Regulation of winter wheat productivity. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. № 11 (9). P. 127–130. DOI: 10.15421/2021_306
 19. Voloshchuk, I. S. Elements of production technology of high-quality winter wheat seeds in the Western Forest-Steppe of Ukraine. Lviv : Spolom, 2017.
 20. Voloshchuk, I. S. The effect of presowing seed treatment with microbial preparations on winter hardiness of winter wheat plants. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*. 2011. № 53. P. 11–17.
-

УДК 633.34:631.5:631.67(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.15>

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ПОВТОРНИХ ПОСІВАХ ПРИ ЗРОШЕННІ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Минкін М.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Минкіна Г.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведені основні показники урожайності та енергетичної ефективності удосконаленої технології вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України. Сучасне виробництво передбачає широке використання інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Одним із шляхів зниження витрат енергії при виробництві продукції рослинництва є застосування біоенергетичного аналізу, який є концентрованим виразом загально відомого закону збереження і перетворення енергії щодо сільськогосподарського виробництва. Використання ґрунтозахисних технологій вирощування сої забезпечує економію енергоресурсів без істотного зниження її продуктивності та при збереженні родючості ґрунту.

Біоенергетичний аналіз має на меті визначення відношення кількості енергії, акумульованої в урожайї культури в процесі фотосинтезу і витрат енергії, вкладеної у виробництво продукції. Актуальність такої оцінки впливає з вимоги сучасного виробництва – економити енергію на одиницю одержуваної сільськогосподарської продукції. Тому в наших дослідженнях проводилась біоенергетична оцінка досліджуваного комплексу агроприймів.

За вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України на усіх ділянках досліді коефіцієнт енергетичної ефективності був більшим за одиницю, тобто її вирощування було енергетично обґрунтованим. Але найкращі варіанти досліді відмічались за внесення фосфогіпсу при проведенні оранки за режиму зрошення 70–80–70 % НВ – 2,72.

Внесення меліоранту незалежно від способу обробітку ґрунту за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ забезпечує формування врожайності сої на рівні 2,78 т/га. Підтримання передполивного порогу на рівні 70–80–70 % НВ, проведення оранки, без внесення меліоранту забезпечує урожайність 2,8 т/га проти 2,81–2,91 т/га. За таких умов прихід енергії відповідно становить 49,7–51,5 ГДж/га проти 49,5 ГДж/га. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності коливається в межах 2,57–2,66, що вказує на енергетичну доцільність вирощування сої в повторних посівах за різних передполивних порогів ґрунту при застосуванні фосфогіпсу.

Ключові слова: меліорант, спосіб основного обробітку ґрунту, соя, урожай, умови зволоження, енергетична ефективність.

Mynkin M.V., Mynkina G.O. Bioenergetic assessment of agrotechnical factors for growing soybeans in repeated crops under irrigation in the conditions of Southern Ukraine

The article presents the main indicators of productivity and energy efficiency of the improved technology of growing soybeans in repeated crops under irrigation conditions in the south of Ukraine. Modern production involves the extensive use of intensive technologies for growing agricultural crops. One of the ways to reduce energy costs in the production of plant products is the use of bioenergy analysis, which is a concentrated expression of the well-known law of conservation and transformation of energy in relation to agricultural production. The use of soil protection technologies for growing soybeans provides energy savings without significantly reducing its productivity and while preserving soil fertility.

Bioenergetic analysis aims to determine the ratio of the amount of energy accumulated in the crop in the process of photosynthesis and the energy consumption invested in the production of products. The relevance of such an assessment stems from the requirement of modern production –

to save energy per unit of agricultural production. Therefore, in our research, a bioenergetic assessment of the studied complex of agricultural methods was carried out.

For the cultivation of soybeans in repeated sowings in the conditions of irrigation in the south of Ukraine, the coefficient of energy efficiency was greater than one in all areas of the experiment, that is, its cultivation was energy-based. But the best variants of the experiment were noted for the application of phosphogypsum during plowing under the irrigation regime of 70–80–70% HB – 2.72.

The introduction of meliorant, regardless of the method of soil cultivation, while maintaining the pre-irrigation threshold of soil moisture at the level of 70–70–70% RH ensures the formation of soybean yield at the level of 2.78 t/ha. Maintaining the pre-irrigation threshold at the level of 70–80–70% HB, plowing, without the introduction of ameliorant ensures a yield of 2.8 t/ha against 2.81–2.91 t/ha. Under such conditions, the energy input is 49.7–51.5 GJ/ha versus 49.5 GJ/ha, respectively. At the same time, the coefficient of energy efficiency ranges from 2.57 to 2.66, which indicates the energy feasibility of growing soybeans in repeated crops at different pre-irrigation soil thresholds when using phosphogypsum.

Key words: ameliorant, method of main tillage, soybean, crop, moisture conditions, energy efficiency.

Постановка проблеми. Сучасне виробництво передбачає широке використання інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. При цьому збільшуються витрати пального, електроенергії, засобів меліорації і захисту рослин, що в свою чергу веде до збільшення енергетичних витрат. У сучасних умовах господарювання в світі склалася тенденція зниження виробництва продукції на одиницю додатково витраченої енергії.

Одним із шляхів зниження витрат енергії при виробництві продукції рослинництва є застосування біоенергетичного аналізу, який є концентрованим виразом закону збереження і перетворення енергії щодо сільськогосподарського виробництва.

У вирішенні проблеми забезпечення білком людства, соя відіграє велику роль та займає провідне місце у світі. Крім того культура найбільш ефективно використовує ґрунтово-кліматичний потенціал зрошуваних земель півдня України. Тому необхідною умовою ефективного використання ресурсів є розробка комплексу заходів, які забезпечують одержання високого врожаю сої в повторних посівах, збереження родючості ґрунту, економічної та енергетичної ефективності окремих технологічних процесів та технології вирощування в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для проведення біоенергетичної оцінки технології вирощування сої в повторних посівах використовували методики Тараріко Ю.О., Frasier G., Медведовський О.К., Жученко А.А. та інші.

Недостатня ефективність прийомів культивування на Півдні України сої в повторних посівах зумовлена тим, що вони розроблені та застосовуються супроти дії об'єктивних біологічних законів, згідно яких, будь-яка вільна екологічна ніша, де можуть рости рослини буде ефективною при оптимальному сполученні факторів життя [1, с. 156]. Відмінити дію об'єктивних природних законів вольовим рішенням неможливо. Крім цього, екологічними дослідженнями останніх десятиліть доведено, що вирощування сої в зрошуваних сівозмінах є важливою ланкою в збереженні родючості ґрунту, так як перехоплюють та утилізують значну частину вивільнених, проте не використаних рослинами, елементів живлення ґрунту. Після закінчення вегетації, рослини повертають акумуляовані поживні речовини в ґрунт, сприяючи постійному обігу біогенних сполук, забезпечують надходження свіжої органічної речовини в ґрунт, зменшують забруднення навколишнього середовища.

Використання ґрунтозахисних технологій вирощування сої забезпечує економію енергоресурсів без істотного зниження її продуктивності та при збереженні родючості ґрунту [2, с. 114]. Згідно досліджень багатьох вчених, важливим

аспектом розробки агро меліоративних заходів є проведення енергетичного аналізу, основною задачею якого є забезпечення раціонального використання не відновлюваної та відновлюваної енергії та охорона навколишнього середовища [3, с. 62]. Тому, в сучасних умовах, проведення енергетичної оцінки технології вирощування сільськогосподарських культур є актуальним і дає можливість найбільш об'єктивно врахувати в зіставних енергетичних еквівалентах як витрати сукупної енергії, затраченої на вирощування, збирання і транспортування врожаю, так і енергію, накопичену в одержаній продукції [4, с. 124]. Такий аналіз є необхідним для оцінки ресурсо- та енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, де всі види трудових і виробничих витрат визначають на основі складених технологічних карт за методикою Медведовського О.К., Іваненко П.І. та інші [6, с. 205; 7, с.192].

Аналіз літературних джерел показує, що питання впливу елементів технології вирощування сої в повторних посівах за зрошення на півдні України є беззаперечно актуальним та вивчені ще не достатньо.

Постановка завдання. Завданням досліджень було проведення об'єктивного аналізу енергетичної ефективності вирощування сої в повторних посівах за різних умов зволоження, способів основного обробітку ґрунту та строків внесення меліоранту. Дослідження проводили на темно-каштанових середньосуглинкових слабо осолонцьованих ґрунтах. У досліді вирощували сорт сої Фортуна. Агротехніка в досліді загально визнана для умов зрошення півдня України за виключенням елементів технології, які вивчалися. В схему польових досліджень були включені такі фактори та їх варіанти :

фактор А режими зрошення – передполивний поріг вологості у шарі ґрунту 0,5 м підтримувався: 1) на початку та в кінці вегетаційного періоду на рівні 70 %, а в критичні фази розвитку – на рівні 80 % НВ (зрошувана норма 2683 м³/га);

2) Протягом вегетаційного періоду – на рівні 70 % (зрошувана норма 2250 м³/га);

фактор В – спосіб обробітку ґрунту: 1) – полицевий обробіток – оранка (ПЛН – 5–35) на глибину 23–25 см ґрунту; 2) – безполицевий – чизельний обробіток (ПЧ – 2,5) на глибину 23–25 см ;

фактор С – строки внесення меліоранту фосфогіпс (доза 3 т/га): 1) контроль без меліоранту; 2) поверхнево восени; 3) поверхнево навесні; 4) під передпосівну культивуацію.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримані результати досліджень свідчать, що врожайність сої в повторних посівах за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ в середньому по фактору А складала 2,93 т/га, а за рівня 70–70–70 % НВ – мала тенденцію до зниження на 6,1 % (табл. 1).

Середні дані за фактором В свідчать, що заміна оранки на чизельний обробіток істотно не позначається на продуктивності сої. Водночас аналіз результатів досліджень свідчить, що у варіанті без внесення меліоранту за чизельного обробітку ґрунту і підтримки вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ відзначалось зниження врожайності сої до 2,55 т/га. Дослідження свідчать, що вплив фосфогіпсу відмічався при внесенні восени та по поверхні мерзлоталого ґрунту навесні (середнє за фактором С – 2,94–2,95 т/га проти 2,68 т/га – у варіантах без меліоранту). Застосування фосфогіпсу в ці строки за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ, незалежно від способу обробітку ґрунту, сприяло формуванню врожаю сої на рівні варіанту з рекомендованою технологією її вирощування (оранка, передполивний поріг 70–80–70 % НВ, без меліоранту).

Таблиця 1

**Урожайність сої за різних елементів технології її вирощування
в повторних посівах, т/га**

Варіанти			Урожайність т/га	Приріст урожаю т/га	Середнє по фактору			
Режим зрошення (А)	Спосіб обробіток грунту (Б)	Строки внесення меліоранту (С)			А	В	С	
70–80–70 % НВ	Полицевий	C ₁	2,80	–	2,93	2,88	2,69	
		C ₂	3,11	0,31			2,94	
		C ₃	3,07	0,27			2,95	
		C ₄	2,93	0,13			2,79	
	Безполицевий	C ₁	2,71	–		2,79	–	
		C ₂	2,97	0,26				
		C ₃	2,94	0,23				
		C ₄	2,87	0,07				
70–70–70 % НВ	Полицевий	C ₁	2,64	–	2,75	–	–	
		C ₂	2,86	0,22			–	
		C ₃	2,91	0,27			–	
		C ₄	2,71	0,07			–	
	Безполицевий	C ₁	2,55	–		–	–	
		C ₂	2,81	0,26				
		C ₃	2,86	0,31				
		C ₄	2,64	0,09				

НІР₀₅, т/га для факторів: А – 0,03; В – 0,03; С – 0,04

Примітка: С₁ – без меліоранту; С₂ – по поверхні обробітку восени; С₃ – по поверхні мерзло-талому ґрунту; С₄ – під передпосівну культивуацію.

Біоенергетичний аналіз має на меті визначення відношення кількості енергії, акумульованої в урожаї культури в процесі фотосинтезу і витрат енергії, вкладеної у виробництво продукції. Актуальність такої оцінки впливає з вимоги сучасного виробництва – економити енергію на одиницю одержуваної сільськогосподарської продукції. Тому в наших дослідженнях проводилась біоенергетична оцінка досліджуваного комплексу агроприймів. Результати такої оцінки наведені в таблиці 2.

Розрахунок енергетичної ефективності вирощування сої свідчить що, найвищі витрати енергії на створення врожаю сої були у варіанті за підтримання передполивного порогу зволоження ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ за оранки та внесення фосфогіпсу в усі строки – 20,25 ГДж/га, що на 14,2 % більше, ніж за підтримання передполивної вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ за чизельного обробітку та без використання меліоранту.

Пояснюється це додатковими витратами енергії на внесення меліоранту та збільшення зрошувальної норми. При внесенні фосфогіпсу відмічалось зростання приходу енергії з урожаєм. Найвищий його рівень – 55,0 ГДж/га було одержано на ділянках з проведенням оранки та внесенням фосфогіпсу восени за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ.

Таблиця 2

**Біоенергетична оцінка агротехнічних факторів за вирощуванні сої
в повторних посівах**

Варіанти			Урожайність т/га	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Режим зрошення (А)	Спосіб обробіток грунту (Б)	Строки внесення меліоранту (С)					
70–80–70% НВ	Полицевий	C ₁	2,80	49,5	18,62	30,9	2,66
		C ₂	3,11	55,0	20,25	34,8	2,72
		C ₃	3,07	54,3	20,25	34,1	2,68
		C ₄	2,93	51,8	20,25	31,6	2,56
	Безполицевий	C ₁	2,71	47,9	18,61	29,3	2,58
		C ₂	2,97	52,5	20,23	32,3	2,60
		C ₃	2,94	52,0	20,23	31,8	2,57
		C ₄	2,87	50,8	20,23	30,5	2,51
70–70–70% НВ	Полицевий	C ₁	2,64	46,7	17,75	29,0	2,63
		C ₂	2,86	50,6	19,37	31,2	2,61
		C ₃	2,91	51,5	19,37	32,1	2,66
		C ₄	2,71	47,9	19,37	28,6	2,47
	Безполицевий	C ₁	2,55	45,1	17,74	27,4	2,54
		C ₂	2,81	49,7	19,36	30,3	2,57
		C ₃	2,86	50,6	19,36	31,2	2,61
		C ₄	2,64	46,7	19,36	27,3	2,41

Примітка: С₁ – без меліоранту; С₂ – по поверхні основного обробітку ґрунту восени; С₃ – по поверхні мерзло-талого ґрунту навесні; С₄ – під передпосівну культивуацію

Мінімальний приріст енергії було відзначено на ділянках з чизельним обробітком без внесення меліоранту за передполивного порогу на рівні 70–70–70% НВ – 45,1 ГДж/га. Водночас за цього ж передполивного порогу у варіантах з внесенням фосфогіпсу восени та Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво 47 по мерзло-талому ґрунті навесні приріст енергії значно зростав і коливався у межах 49,7–50,6 ГДж/га – за проведення оранки та 50,6–51,5 ГДж/га – за чизельного обробітку, проти 49,5 ГДж/га – за оранки без меліоранту за передполивного порогу на рівні 70–80–70% НВ). Це свідчить про покриття додаткових витрат сукупної енергії, зумовленої застосуванням меліоранту.

Розрахунки дають змогу стверджувати, що найсуттєвіший приріст енергії залежно від факторів спостерігався у варіантах з внесенням фосфогіпсу восени та навесні, де показники коливались в межах 30,3–34,8 ГДж/га, що на 10,9–12,5% більше порівняно з контрольними варіантам. За передполивного порогу 70–70–70% НВ результати відзначалися не набагато гіршими – порівняно з 70–80–70% НВ в середньому менше на 7,1%, а за чизельного обробітку на 4,7% за оранку. Найбільшим прихід енергії з гектара виробленої продукції можна спостерігати за рівня 70–80–70% НВ за оранки при внесенні фосфогіпсу восени – 34,8 ГДж/га.

Також слід відмітити, що за внесення фосфогіпсу восени та навесні не залежно від способу обробітку ґрунту за підтримання передполивного порогу вологості

грунту на рівні 70–70–70 % НВ відзначався приріст енергії на рівні варіанту з підтриманням передполивного порогу 70–80–70 % НВ, за оранки без внесення меліоранту, де показники коливались в межах 30,3–32,1 проти 30,9 ГДж/га.

Енергетичний коефіцієнт за вирощування сої у варіантах з внесенням меліорантів за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ складав за оранки 2,56–2,72, за чизельного обробітку – 2,51–2,60, а за передполивного порогу 70–70–70 % НВ коливався в межах 2,47–2,66 та 2,41–2,61 відповідно.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, за вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України на усіх ділянках дослідів коефіцієнт енергетичної ефективності був більшим за одиницю, тобто її вирощування було енергетично обґрунтованим. Але найкращі варіанти дослідів відмічались за внесення фосфогіпсу при проведенні оранки за режиму зрошення 70–80–70 % НВ – 2,72.

Внесення меліоранту незалежно від способу обробітку ґрунту за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ забезпечує формування врожайності сої на рівні 2,78 т/га. Підтримання передполивного порогу на рівні 70–80–70 % НВ, проведення оранки, без внесення меліоранту забезпечує урожайність 2,8 т/га проти 2,81–2,91 т/га. За таких умов прихід енергії відповідно становить 49,7–51,5 ГДж/га проти 49,5 ГДж/га. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності коливається в межах 2,57–2,66, що вказує на енергетичну доцільність вирощування сої в повторних посівах за різних передполивних порогів ґрунту при застосуванні фосфогіпсу.

Вважаємо за необхідне продовження роботи в напрямку удосконалення та ресурсозбереження технології вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України при забезпеченні збереження родючості ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Минкін М.В. Зміна агрофізичних показників ґрунту та урожайності під впливом елементів технології вирощування сої в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 131. С. 156–161.
2. Марковська О.Є., Дудченко В.В., Ефективність протруйників для контролю збудників хвороб у посівах сої. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 130. С. 114–121.
3. Біоенергетичні зрошувані агроєкосистеми. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Південний Степ України) / за ред. Ю.О. Тараріко. Київ : ДІА, 2010. 88 с.
4. Frasier G. Runoff farming – Irrigation technology of the future. Future irrigation strategies. *Visions of the Future : Proceedings of the 5-rd National Irrigation Symposium*, 2003. Phoenix. P. 124–137.
5. Kincaid D., Cann R., Busch I., Hasheminia V. Low pressure center pivot irrigation and reservoir tillage. *Visions of the future : Proceedings of the Third National Irrigation Symposium held in conjunction with the Annual International Irrigation Exposition*. 1999. Oct. 28/Nov. 1. P. 54–59.
6. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 205 с.
7. Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. Енергоємність сучасної технології вирощування винограду та основних сільськогосподарських культур. *Агробіологія*. Біла Церква, 2020. № 1 (157). С. 192–200.

УДК 633.88:631.5:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.16>

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЕХІНАЦЕЇ БЛІДОЇ (*ECHINACEA PALLIDA* (NUTT.) NUTT.) ПЕРШОГО РОКУ ВЕГЕТАЦІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ РОЗСАДИ

Мищенко О.В. – здобувач вищої освіти рівня Доктор філософії,
Полтавський державний аграрний університет

Поспєлов С.В. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри землеробства і агрохімії імені В.І. Сазанова,
Полтавський державний аграрний університет

Серед представників роду Ехінацея ехінацея бліда (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) не так добре відома порівняно із ехінацеєю пурпуровою та ехінацеєю вузьколистою, але заслужує всебічного вивчення та популяризації. Багаторічна, посухостійка, декоративна рослина в поєднанні з унікальним фітохімічним складом робить її об'єктом багатofункціонального використання.

Особливості біології та вимогливості культури до ґрунтового-кліматичних умов на початку онтогенезу роблять її вирощування за традиційних агротехнологій достатньо ризиковим бізнесом. Одним із шляхів створення промислових плантацій є використання розсадної технології, що і входило до програми наших досліджень.

В 2019–2021 роках були проведені дослідження різних варіантів вирощування розсади: сівки насіння в заздалегідь підготовлені гряди та в касети в умовах незахищеного ґрунту. Вирощену розсаду висаджували у ґрунт із розміщенням 45 × 25 см, а в кінці першого року вегетації оцінювали продуктивність надземної маси та кореневиць з коренями. В результаті було встановлено, що переваги має розсада, вирощена в касетах. При цьому якщо кількість листків збільшувалась не достовірно, то маса одного листка зростала в 1,31–1,48 разів. Аналіз маси надземної частини показує, що розсада, вирощена в касетах, на 10,9% перевищувала масу, вирощену на грядах. З огляду на повільний ріст рослин, строки вирощування розсади ехінацеї блідої потребують додаткового вивчення. Після висаджування в ґрунт розсада з касет більш активно розвивалась і на кінець вегетації на рослинах утворювалось більше на 9,3 листків, а маса одного листка була більшою на 6,1%; в результаті продуктивність надземної маси розрізнялась між варіантами на 39,2%. Позитивні наслідки вирощування розсади в касетах стосувалися і кореневої системи: діаметр кореневиць збільшився на 16,0%, маса одного сантиметри кореневища – на 16,6%. Можна зробити висновок, що плантаційне вирощування ехінацеї блідої в умовах Лісостепу України можна реалізувати шляхом розсадної технології, при цьому перевагу має вирощування розсади в касетах.

Ключові слова: лікарські рослини, ехінацея бліда, *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., вирощування розсади, технологія вирощування.

Mischenko O.V., Pospelov S.V. Productivity of the first year of vegetation pale purple coneflower (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) depending on seedling cultivation method

Among representatives of the *Echinacea* genus, *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., also known as pale purple coneflower, is relatively less recognized compared to *Echinacea purpurea* and *Echinacea angustifolia*. However, it deserves comprehensive study and promotion due to its perennial nature, drought tolerance, decorative attributes, and unique phytochemical composition, which make it versatile for various applications.

The biological peculiarities and the crop's demands concerning soil and climatic conditions at the onset of ontogenesis make its cultivation using traditional agrotechnologies somewhat risky. One method of establishing industrial plantations involves using seedling technology, which was the focus of our research program.

Between 2019 and 2021, we conducted studies on different seedling cultivation approaches, including sowing seeds in pre-prepared beds and in trays under unprotected conditions. The grown seedlings were transplanted into the ground at a spacing of 45 × 25 cm. At the end of the first year of vegetation, the productivity of both above-ground and root masses was assessed. The results indicated that seedlings grown in trays exhibited advantages. Although leaf count changes

were not statistically significant, the weight of an individual leaf increased by 1.31–1.48 times. Analysis of above-ground mass demonstrated that seedlings grown in trays exceeded the mass grown in beds by 10.9%. Considering the slow growth rate of the plants, further investigation into the timing of *Echinacea pallida* seedling cultivation is required. After transplantation, tray-grown seedlings exhibited more robust development. By the end of vegetation, these seedlings had approximately 9.3 more leaves, and the weight of a single leaf was 6.1% higher. As a result, the productivity of above-ground mass varied by 39.2% among the different cultivation methods. The positive outcomes of tray-based seedling cultivation also extended to the root system. The diameter of the root mass increased by 16.0%, and the weight of a one-centimeter root mass increased by 16.6%. In conclusion, industrial cultivation of *Echinacea pallida* in the conditions of the Ukrainian Forest-Steppe can be successfully executed using seedling technology, with the advantage being in favor of tray-based seedling cultivation.

Key words: medicinal plants, pale purple coneflower, *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., seedling cultivation, cultivation technology.

Постановка проблеми. Вирощування лікарських рослин є традиційним промислом в Україні, не дарма перша Дослідна станція лікарських рослин була створена ще в 1916 р. на Полтавщині. Актуальність цього питання і зараз є надзвичайно великою, на жаль лікарське рослинництво зараз не є пріоритетним. Серед багатьох лікарських рослин представники роду Ехінацея вирізняються завдяки своїм унікальним лікувальним властивостям [1,2]. Не менш актуальним є використання ехінацеї в озелененні, тваринництві, ветеринарії, як гарний медонос тощо. Ехінацея бліда (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) – перспективний вид для усіх напрямків, вказаних вище [3–5]. Проте її мало хто знає і використовує, незважаючи на достатню вивченість біології вказаного виду в Україні [6–9], а агротехнологічні особливості потребують удосконалення. В цьому плані дослідження її вирощування розсадним способом є актуальними і відкривають перспективи широкого впровадження в культуру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В природних умовах на американському континенті ехінацея бліда головним чином зустрічається як головний компонент рослинності на відновлених преріях, луках, вздовж доріг, іноді у садах [10]. За оцінкою автора, при наявності певних навичок, рослину можна виростити з насіння, діленням кореневища чи садінням 4–5 дюймових частин кореневища. Вирощування розсади найбільш притаманне для структур, які використовують ехінацею для озеленення територій. При цьому використовують високі контейнери, а процес вирощування триває до 3–6 місяців [11; 12]. Питаннями вирощування розсади у відкритому ґрунті займалися в Україні ще у 80–90-х роках минулого століття [13]. Як зазначав І. Гегельський, для отримання добре розвинутої розсади, треба внести у ґрунт органічні і мінеральні добрива, а насіння попередньо зволожити і проростити. За даними С. Smith-Jochum та М. Albrecht [14] свої переваги має метод вирощування розсади на піднятих грядках (raised beds): підготовлені заздалегідь, вони краще прогриваються, швидше формується коренева система. Якщо розсаду не було можливості висадити вчасно, це можна буде зробити на наступний рік.

Використання контейнерного вирощування особливо актуально для ехінацеї блідої та ехінацеї вузьколистої. Як зауважують R. Franke та R. Schenk [15] щодо ехінацеї блідої, важко отримати сходи при прямій сівбі у ґрунт, коли температура і вологість тільки іноді досягають оптимуму. При цьому значно знижується проростання насіння, гальмується ріст проростка, посіви формуються зрідженими та маловрожайними. До цього ж вказані види характеризуються зниженими показниками схожості насіння [16; 17]. Для ехінацеї блідої, у якої формується вертикальне потовщене кореневище [2], контейнери повинні бути достатньо глибокими, тому

що це впливає на подальший розвиток рослин. Встановлено, що розсада вирощена в глибоких контейнерах, в подальшому формує більш розвинену кореневу систему у порівнянні з тією, що вирощувалась в мілких контейнерах [18; 19].

Аналіз літератури свідчить, що відносно строків садіння ехінацеї пурпурової не існує чітких рекомендацій. Ехінацея бліда до строків більш вимоглива, що пов'язано із будовою кореневої системи. Власний досвід показує, що висаджування до червня і у вересні є найбільш прийнятною, крім того успішній виживаності сприяє регулярне зволоження і мульчування [20]. До подібного висновку дійшли R. Kemery, M. Dana [21], коли в умовах штату Індіана (США) при садінні ехінацеї блідої розсадою весною виживання складало 57%. Варто зазначити, що розсадна культура призводить до прискорення проходження фаз онтогенезу, внаслідок чого ехінацея починає цвісти вже на перший рік. Це ми неодноразово спостерігали в умовах Полтавщини [2; 3].

Постановка завдання. Метою представлених досліджень була оцінка морфометричних показників розсади за умов її вирощування у відкритому ґрунті (на грядках та в касетах) та подальша оцінка продуктивності ехінацеї блідої першого року вегетації за умов розсадної культури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження були проведені в 2019–2022 роках в умовах Ботанічного саду Полтавського національного педагогічного університету ім. В. Г. Короленка. Об'єктом досліджень слугувала ехінацея бліда (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) сорту 'Красуня Прерій'. Для досліду використовували очищене і каліброване насіння (1,2–1,7 мм). В першому варіанті його весною висівали рядковим способом на глибину 0,5 см з шириною міжрядь 25 см в спеціально підготовлені гряди, вище рівня ґрунту для кращого прогрівання. В другому варіанті сівбу насіння по дві штуки проводили у касети, заповнені тим самим ґрунтом, що і в першому варіанті, які мали 84 чарунки. Для створення мікроклімату обидва варіанти накривали агроволокном. Під час досліду визначали морфометричні показники рослин, період вирощування розсади закінчувався в першій декаді червня, після чого її пересаджували у відкритий ґрунт із міжряддями 45 см та відстанню між рослинами 25 см. Восени рослини оцінювали за продуктивністю надземної частини та параметрами кореневищ з коренями (діаметр та маса 1 сантиметри кореневища).

Згідно наших спостережень, інтенсивність схожості насіння ехінацеї блідої по варіантах мало відрізнялися і відбувалися протягом чотирьох тижнів. Перші сходи з'являлися через 10–14 діб, максимальна кількість насіння сходила у період 12–22 діб, а останні сходи – на 30 добу. Через чотири тижні в касетах рослин було на 8,5% більше порівняно із сівбою в гряди.

Згідно даних, наведених на рисунку 1, спостерігається закономірність кращого росту і розвитку розсади за умов її вирощування в касетах. Протягом досліду спостерігалась тенденція до збільшення кількості листків на рослинах (на 0,12–0,25 шт.). Аналогічна закономірність спостерігалась і по масі одного листка, в останні відбори перевищення достовірно свідчило про кращий розвиток розсади в касетах. Якщо на грядках вона становила 0,84–1,45 грам, то в касетах – 1,25–1,9 грам.

Параметри листків ехінацеї блідої також змінювалися залежно від способу вирощування, і як свідчать дані рисунку 2, ширина листової пластинки суттєво збільшувалась в 2,40–2,42 рази в період між третім і четвертим відбором, тоді як довжина листків збільшувалась досить рівномірно. Варто зауважити, що по вказаним параметрам суттєвої різниці між варіантами не спостерігалось.

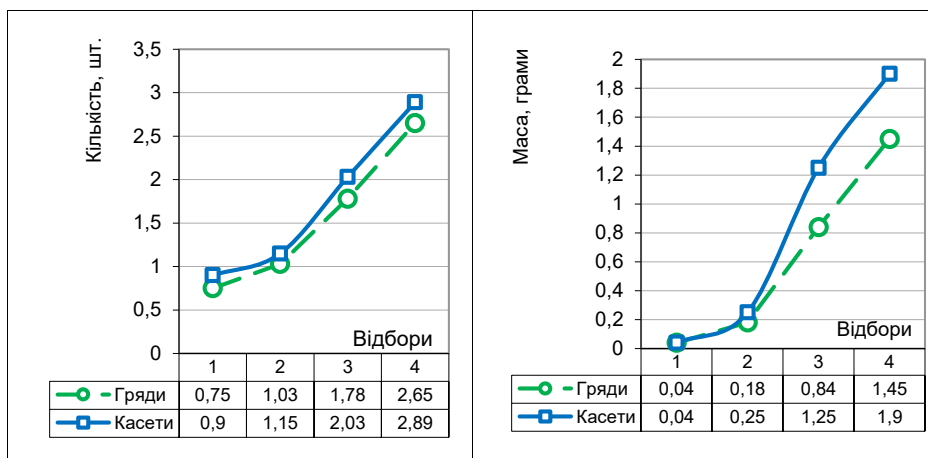
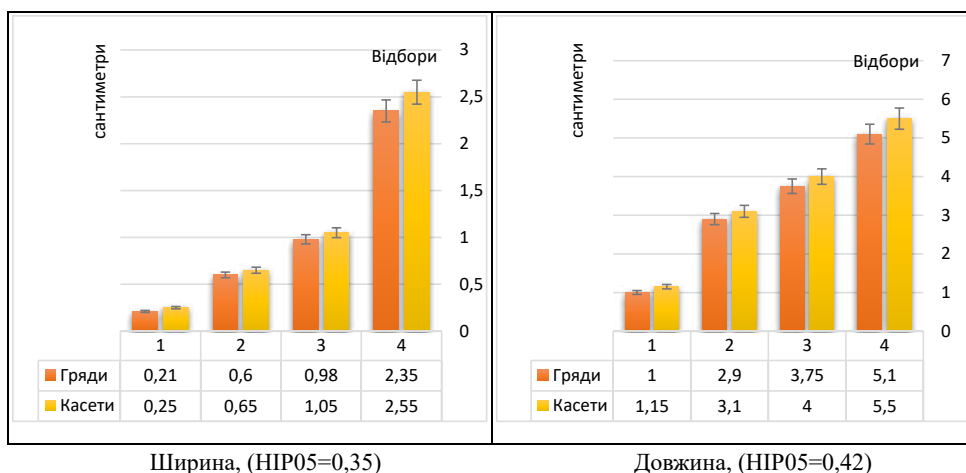


Рис. 1. Кількість листків на рослині ($НІР_{05} = 0,85$) (ліворуч) та маса одного листка ($НІР_{05} = 0,40$) (праворуч) залежно від способу вирощування розсади



Ширина, ($НІР_{05}=0,35$)

Довжина, ($НІР_{05}=0,42$)

Рис. 2. Параметри листової пластинки розсади ехінацеї блідої залежно від способів вирощування

Облік фітомаси надземної частини розсади свідчить, що активні прирости почалися з третього відбору: розсада, вирощена в касетах, на 10,8% перевищувала рослини, які вирощували на грядках (рис. 3.). На час пересадки рослин у відкритий ґрунт (четвертий відбір), надземна маса розсади з касет становила 5,35 г проти 4,9 г рослин іншого варіанту, або на 10,9%. Взагалі ж для ехінацеї блідої характерно уповільнений ріс і розвиток на початкових етапах онтогенезу, тому період вирощування розсади і методи оптимізації процесу вирощування в літературі активно дискутується [15; 16].

В цілому, досліді свідчать, що вирощування розсади касетним способом має певні переваги перед її вирощуванням грядках. Перш за все це стосується закритої кореневої системи. Важливим моментом при висаджуванні розсади ехінацеї

блідої у ґрунт є зберігання кореневищ неушкодженими з максимальною кількістю ґрунту біля них. В цьому плані касетний метод має набагато більші переваги. Крім того, на момент висаджування розсади у відкритий ґрунт вона в цілому була більш розвинutoю, що сприяло росту і розвитку ехінацеї блідої в подальшому.

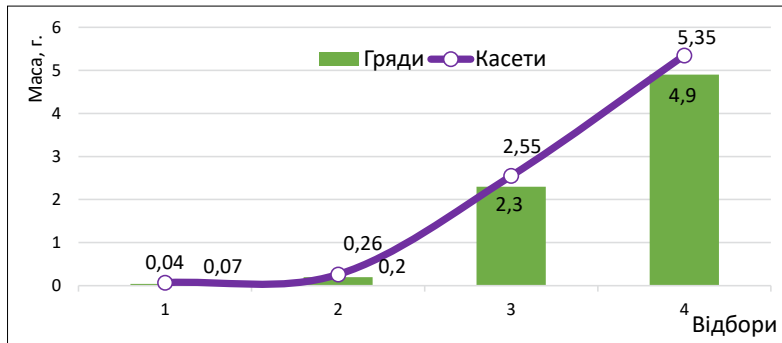


Рис. 3. Маса надземної частини розсади ехінацеї залежно від способів вирощування

Наші спостереження свідчать, що після висаджування у відкритий ґрунт розсада, вирощена у касетах, більш швидко відновлювала свій розвиток, а також більша кількість виживала. Ми це пов'язуємо із кращим захистом кореневищ із коренями ехінацеї блідої, які мають подовжену форму. Спостереження, проведені у вересні, підтверджують кращий розвиток розетки (рис. 4). За умов касетного вирощування розсади на рослині утворювалося на 9,3 листків більше порівняно з іншим варіантом. Позитивно, що також збільшувалась маса одного листка на 6,1 %.

Оцінка продуктивності дає змогу зробити висновок, що маса однієї рослини при вирощуванні розсади на грядках, становила 65,1 г. Фітомаса рослини при вирощуванні в касетах, розвивалася швидше, внаслідок цього продуктивність надземної маси становила 85,6 грам (рис. 5). Позитивні зміни стосуються і показників кореневища з коренями. Діаметр кореневища на рівні ґрунту збільшився на 16 %, а маса одного сантиметра кореневища – на 16,6 %.

Крім того, важливим є той факт, що частина рослин за розсадної культури переходить до генеративного періоду онтогенезу, що для ехінацеї блідої є не типовим [3]. В таблиці 1 наведена структура надземної маси рослин, які почали квітнути. Фітомаса рослин із пагонами, що вирощувалися на грядках, становила 85,5 г, а в касетах – 103,6 г.

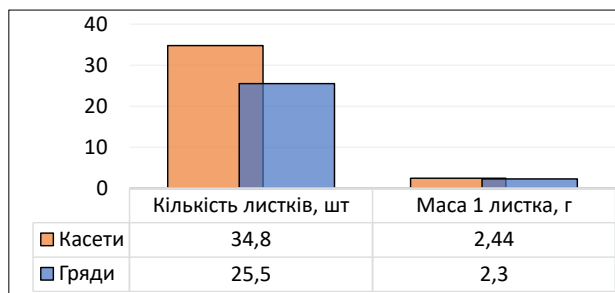


Рис. 4. Кількість та маса листків на рослині ехінацеї блідої залежно від способів вирощування розсади

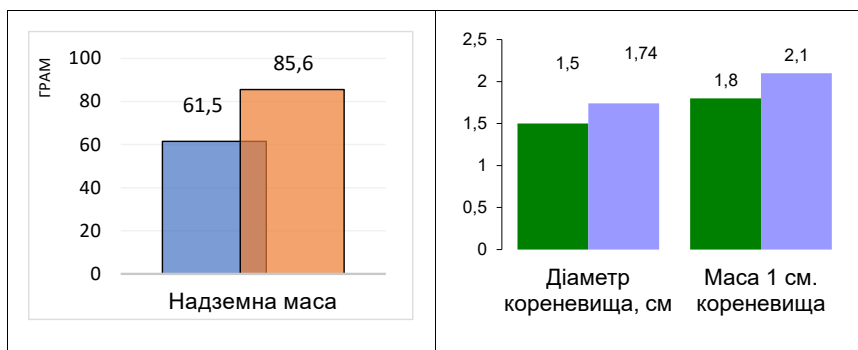


Рис. 5. Показники продуктивності надземної маси і кореневищ з коренями ехінацеї блідої першого року вегетації залежно від способів вирощування

В структурі рослин, що вирощувалися на грядках, 76,5 % займали листки, 17,8 % – стебла і 5,7 % – суцвіття. Структура рослин, що вирощувалися в касетах, виглядала наступним чином: 73,0 % – листки, 18,5 % – стебла, 8,5 % – суцвіття. Середня маса суцвіття при вирощуванні в касетах була в 1,92 рази більшою порівняно із грядковим способом, що свідчить про більш інтенсивний розвиток вказаних рослин. Все це створює реальні умови отримувати якісну сировину вже на перший рік вегетації.

Таблиця 1

Структура надземної маси ехінацеї блідої під час збирання залежно від способів вирощування розсади

Спосіб вирощування розсади	Листки, грам/%	Стебла, грам/%	Суцвіття, грам/%
На грядках	65,4/76,5	15,2/17,8	4,9/5,7
В касетах	75,6/73,0	19,2/18,5	9,4/8,5

Висновки і пропозиції. На підставі проведених досліджень можна зробити висновки, що ехінацею бліду можна розмножувати розсадою, вирощеною у відкритому ґрунті на грядках чи в касетах. Оцінка морфометричних показників розсади вказує на перевагу вирощування розсади в касетах: зростає кількість листків на 9,1 %, ширина та довжина їх пластинки – на 8,5 % та 7,8 % відповідно, маса одного листка – на 31,0 %. Після висаджування у ґрунт розсада, вирощена в касетах відрізнялась кращою приживаністю, більш активним ростом, переходом частини рослин до генеративного періоду онтогенезу. Восени кількість листків була більшою на 36,5 %, надземна маса – на 39,1 %, маса кореневищ з коренями – на 16,6 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Koçer Oğuzhan, Uysal İmran, Mohammed Falah, Sevindik Mustafa. Biological activities, usage areas and chemical contents of Echinacea species. In book: *International Studies in Science and Mathematics*. Publisher : Serüven Publishing. 2023. P.109–122.
2. Pospelov S.V. Evaluation of the Phytohemagglutinins Activities of Echinacea Species in ontogenesis. *Phytochemistry*. Vol. 3: Marine Sources, Industrial Applications and Recent Advances. Chapter 20. Apple Academic Press, 2019. P. 421–440.

3. Семенов С.О., Троценко З.Г., Поспелов С.В. Водорозчинний концентрат – фітогенік для стимуляції репродукції свиноматок та технологічної адаптації поросят. *Свинарство*. Вип. 63. 2013. С. 63–69.
4. Самородов В.М., Поспелов С.В. Використання видів роду Ехінацея (*Echinacea* Moench) в озелененні та паркобудівництві. *Науково-освітня роль заповідних дендропарків України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 60-річчю дендропарку Лубенського лісотехнічного коледжу (м. Лубни, 11–12 жовтня 2012 р.). Полтава : Дивосвіт, 2013. С. 75–78.
5. Поспелов С.В., Здор В.М. Агрокультура ехінацеї: урожайність і якість сировини за укісного використання. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій* : матеріали сьомої міжнародної науково-практичної конференції (30–31 травня 2019 р.). РВВПДАА, 2019. С. 59–65. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.3252915
6. Міщенко О.В., Поспелов С.В. Корекція посівних якостей насіння ехінацеї стимуляторами росту природного походження. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 38. С. 33–39. DOI: https://doi.org/10.37406/2706–9052–2023–1.5
7. Поспелов С. В. Особливості розвитку суцвіть і цвітіння ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.) та ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) в лісостепу України. *Вісник Полтавської держ. аграрн. академ.* 2012. № 3. С. 35–43.
8. Григоришин Є.В., Поспелов С.В., Гордєєва О.Ф. Закономірності росту надземної фітомаси ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) прегенеративного періоду онтогенезу. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8. С. 107–115.
9. Борідько О.М., Поспелов С.В. Ехінацея пурпурова і ехінацея бліда: порівняльна характеристика видів прегенеративного періоду онтогенезу. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій* : матеріали п'ятої міжнародної науково-практичної конференції. Полтава : РВВ ПДАА, 2016. С. 41–44.
10. Foster S. *Echinacea Nature's Immune Enhancer*. Rochester, Vermont, 1991. 150 p.
11. Muntean L., Tams M. Specie de Echinacea de perspective in Romania. *Herba Romania*. 1989. № 9. Cd 201. P. 79–85.
12. Li S.C.T. Echinacea: Cultivation and Medicinal Value. *Hort. Technology*. 1998. V. 8. № 2. P. 122–129.
13. Смик Г. К., Меньшова В. О. Ехінацея – дивоквіт прерій. *Пасіка*. 1995. № 1. С. 34–35.
14. Smith-Jochum C.C., Albrecht M.L. Transplanting or seeding in raised beds aids field establishment of some Echinacea species. *HortScience*. 1988. № 23. P. 1004–1005.
15. Franke R., Schenk R. Echinacea – influence of cultivation method on yield and content of active principles. *Echinacea Symposium*. 1999. June 3–5. Ritz-Carlton. Kansas City, Mo (USA).
16. Porter B. Echinacea production in Saskatchewan URL: http://www.agr.gov.sk.ca/docs/crops/special_crops/Production_Information/Echinacea.asp.
17. Hassell R.L., Dufault R., Philips T. Relationship among seed size, source and temperature on germination of *Echinacea angustifolia*, *E. pallida* and *E. purpurea*. *Acta Hort.* (ISHS). 2004. № 629. P. 239–243.
18. Kemery R.D., Dana M.N. Influence of container size and medium amendment on posttransplant growth of prairie perennial seedlings. *Hort Technology*. 2001. V. 11. № 1.
19. Li Jinyang, Zhang Miao, Zhang Gong et.al. Real-Time Monitoring System of Seedling Amount in Seedling Box Based on Machine Vision. 2023. *Agriculture*. № 13. P. 371. DOI: 10.3390/agriculture13020371.
20. Максименко Н. Т., Мурнуков А. Ю., Поспелов С. В. Дослідження субстратів для вирощування розсади ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.). *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій* : матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 2012. С. 56–61.
21. Kemery R.D., Dana M.N. Timing of transplanting affects survival of prairie perennial forb seedlings. *HortScience*. 1995. V. 30. P. 195–194.

УДК 631.86:631.521.54:632.954

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.17>

ВПЛИВ ГЕРБИЦИДІВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СОРТІВ СОЇ

Мостипан О.В. – асистент кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин,

Білоцерківський національний аграрний університет

Грабовський М.Б. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин,

Білоцерківський національний аграрний університет

Метою наших досліджень було вивчення впливу гербицидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої. Дослідження проводились в 2021–2022 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліду: Фактор А. Сорти сої: 1. Ауреліна. 2. ЕС Командор. 3. ЕС Навігатор. Фактор В. Гербициди: 1. Контроль (обробка водою). 2. Примекстра TZ Gold 500 sc, к. с. (4,5 л/га), до появи сходів культури. 3. Фронт'єр Оптима (1,2 л/га) + Стомп 330 (5 л/га), до появи сходів культури. 4. Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га), у фазі 4–5 листків культури. 5. Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га), у фазі 2–4 листки культури. Загальна площа елементарної ділянки – 144 м², облікової – 120 м². Повторність досліду триразова. Встановлено вплив ґрунтових та післясходових гербицидів на продуктивність сортів сої. В середньому по досліду приріст врожайності зерна сої становить 1,0–1,6 т/га, порівняно з контролем. Найвища урожайність зерна в досліді отримана при комбінованому застосуванні післясходових гербицидів Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га) і Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га) – 3,2 і 3,3; 2,9 і 3,0; 3,2 і 3,4 т/га, відповідно у сортів Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор. При цьому ЕС Навігатор за врожайністю зерна на 1,3–8,2% перевищував інші сорти. У більш сприятливому 2021 році урожайність сортів Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор становила 2,0–3,8, 1,8–3,5 і 2,1–3,8 т/га. В 2022 році під впливом несприятливих погодних умов відмічено зменшення продуктивності сої на 20,0–40,1%, порівняно з попереднім роком. В цей рік вона була в межах 1,2–2,8, 1,2–2,4 і 1,4–2,9 т/га, відповідно у досліджуваних сортів.

Не виявлено впливу гербицидів на вологість зерна сої та вміст жиру і білка в насінні сої. Виявлено тенденцію до зростання вмісту білка на 0,1–0,6% у сортів Ауреліна і ЕС Командор на варіантах із застосуванням гербицидного захисту, порівняно з контролем. У сорту ЕС Навігатор вміст білка був найменшим (38,8–39,8%) і не залежав від досліджуваних гербицидів. Деяко вищим вміст білка у всіх сортів отримано при використанні післясходових гербицидів Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га) і Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га).

Ключові слова: соя, сорт, гербициди, урожайність зерна, вологість зерна, вміст білка, вміст жиру.

Mostypan O.V., Grabovskyi M.B. The influence of herbicides on the formation of grain yield and quality indicators of soybean varieties

The purpose of our research was to study the impact of herbicides on the formation of grain yield and quality indicators of soybean varieties. The research was conducted in 2021–2022 in the conditions of "Savarske" Obukhiv district Kyiv region. Scheme of the experiment. Factor A. Varieties of soybeans. 1. Aurelina. 2. EC Commandor. 3. EC Navigator. Factor B. Herbicides. 1. Control (water treatment). 2. Primekstra TZ Gold 500 (4.5 l/ha), before the emergence of crop seedlings. 3. Frontier Optima (1.2 l/ha) + Stomp 330 (5 l/ha), before the emergence of crop seedlings. 4. Bazagran (3 l/ha) + Fusilad Forte 150 EC (1 l/ha), in the phase of 4–5 leaves of the crop. 5. Korum (2 l/ha) + Achiba (2 l/ha), in the phase of 2–4 leaves of the crop. The total area of the elementary plot is 144 m², the accounting plot is 120 m². The experiment repeated three times. The effect of soil and post-emergence herbicides on the productivity of soybean varieties was established. On average, according to the experiment, the yield increase of soybean grain is 1.0–1.6 t/ha, compared to the control. The highest grain yield in the experiment was obtained with the combined use of post-emergence herbicides Bazagran (3 l/ha) + Fusilad Forte 150 EC

(1 t/ha) and Korum (2 t/ha) + Achiba (2 t/ha) – 3.2 i 3.3; 2.9 i 3.0; 3.2 i 3.4 t/ha, respectively, in Aurelina, EC Commandor and EC Navigator varieties. At the same time, the EC Navigator exceeded other varieties by 1.3–8.2%. In the more favorable 2021, the yield of Aurelina, EC Commandor and EC Navigator varieties was 2.0–3.8, 1.8–3.5 and 2.1–3.8 t/ha. In 2022, under the influence of adverse weather conditions, soybean productivity decreased by 20.0–40.1% compared to the previous year. This year, it was in the range of 1.2–2.8, 1.2–2.4 and 1.4–2.9 t/ha. No effect of herbicides on soybean grain moisture and fat and protein content in soybean seeds was found. A tendency towards an increase in the protein content by 0.1–0.6% was revealed in the Aurelina and EC Commandor varieties on variants with the use of herbicide protection, compared to the control. The EC Navigator variety had the lowest protein content (38.8–39.8%) and did not depend on the studied herbicides. A somewhat higher protein content in all varieties was obtained when using the post-emergence herbicides Bazagran (3 t/ha) + Fusilad Forte 150 EC (1 t/ha) and Korum (2 t/ha) + Achiba (2 t/ha).

Key words: soybean, variety, herbicides, grain yield, grain moisture, protein content, fat content.

Постановка проблеми. Завдяки високому вмісту білка та ідеальному амінокислотному складу зерно сої (*Glycine max* L.) вважається чудовим кормом, особливо для моногастричних тварин [1], і є одним з найважливіших продуктових товарів у світовій торгівлі [2]. Світове виробництво цієї культури зросло з приблизно 160 мільйонів тонн у 1998 р. до 350 мільйонів тонн у 2018 р. [3].

Виробництво сої в Україні останніми роками істотно збільшилось. За площами посівів і за динамікою їх зростання культура впевнено тримає лідерство. Основа такої тенденції полягає у високій цінності соєвого білка й олії. Крім того, виробництво тваринницької продукції, насамперед, птахівництва і свинарства, засновано на використанні соєвого протеїну [4].

Рослини сої на початку вегетації мають повільний ріст і бур'яни конкурують з ними за освітленість, поживні речовини й ґрунтову вологу. Тому захист від бур'янів має першочергове значення для успішного вирощування культури [5]. Поява та швидке поширення резистентних видів бур'янів значно ускладнюють їх контроль і загрожують світовому сільськогосподарському виробництву [6]. Враховуючи те, що у вітчизняній та зарубіжній практиці для контролювання бур'янів в посівах сої широкого розповсюдження набуло використання гербіцидів, тому важливим є вивчення їх впливу на урожайність зерна та його якісні показники [7]. Запобігти появі нових резистентних популяцій сеgetальної рослинності і забезпечити стійкий і надійний її контроль можна за допомогою альтернативних композитних гербіцидів або їх бакових сумішей з різними діючими речовинами, значно підвищуючи гербіцидну активність за рахунок синергетичної дії компонентів [8–9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш активний ріст сеgetальної рослинності в посівах сої спостерігається у весняно-літній період. І якщо за цей період вдається контролювати розвиток бур'янів, то в подальшому посіви сої будуть чистими. У роки дефіциту вологи на початку вегетації значна частина сходів рослин з'являється в більш пізні терміни, що створює додаткові проблеми для захисту посівів. Для оптимізації заходів захисту від бур'янів необхідно, насамперед, чітко знати видовий склад бур'янів у кожному конкретному агроценозі [10].

Незважаючи на те, що застосування гербіцидів не призводить до втрати врожаю сої та виконує свою роль у боротьбі з бур'янами, будь-який стрес може негативно вплинути на нормальний ріст і розвиток рослин [11]. Стресори, які змінюють фізіологію сої можуть перешкоджати процесам які призводять до формування та розвитку насіння, впливаючи на його життєздатність [12].

Поєднання досходових і післяходових гербіцидів може вплинути на їх селективність до рослин сої, особливо в ультраскоростиглих сортів. В умовах Бразилії

комбіноване застосування до- та післясходових гербіцидів збільшило частоту пошкоджень рослин сої. Найменш селективними досходовими гербіцидами були диклосулам і сульфентразон [13].

Значна кількість дослідників вказує на високу ефективність гербіцидної композиції бентазону та імазамоксу в посівах сої, що дозволяє надійно контролювати сегетальну рослинність без фітотоксичної дії на сою та підвищує її продуктивність [14–15].

У зоні Західного Лісостепу України найвища врожайність зерна сої сорту Устя (2,74 т/га) формується за внесення у фазі 3-х листків культури гербіцидів Пульсар (0,75 л/га) + Базагран (2,5 л/га). На цьому варіанті встановлено найвищий вміст білка – 34,5%. Найвищий вміст олії – 20,5% отримано на варіанті де вносили Харнес (2,5 л/га) [16].

В Хорватії гербіцидні обробки в посівах сої показали високу ефективність проти однорічних злакових і широколистяних бур'янів, але були неефективними проти багаторічних. Застосування післясходових комбінацій гербіцидів оксасульфурон + імазамокс (92%), клетодім + фомезафен (93%) і оксасульфурон + імазамокс + тифенсульфурон метил (94%) забезпечувало кращий контроль бур'янів порівняно з одноразовим застосуванням оксасульфурону (91%) та імазамоксу (89%) [17].

Дослідженнями Р. А. Гутянського та ін. [18] було встановлено істотні відмінності дії гербіцидів на урожайність та посівні якості насіння сої. Найбільшу врожайність сої серед ґрунтових гербіцидів забезпечували варіанти, де застосовували препарат Харнес (2,5 л/га), а серед післясходових гербіцидів – бакові суміші препаратів Набоб (1,0 л/га) + Фабіан (50 г/га) + Міура (0,6 л/га) та Набоб (1,5 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС (0,8 л/га). Виявлено, що насіння сої вирощене з використанням гербіциду Фабіан до сходів (100 г/га) і по сходах (70 г/га) в баковій суміші з Фюзілад Форте 150 ЕС (0,6 л/га), Пантера (0,8 л/га) і Міура (0,4 л/га) мало нижчу енергію проростання, порівняно з іншими варіантами досліджу.

За даними досліджень проведених в 2004–2005 рр. в університеті сільськогосподарських наук і технологій Кашміру (Індія) встановлено, що комплексне використання гербіцидів забезпечило вищу врожайність насіння, ніж їх індивідуальне застосування. Вміст білка в насінні був значно вищим на всіх варіантах із заходами контролювання бур'янів, порівняно з контролем. Найнижчий вміст олії спостерігався на забур'янених контрольних ділянках. [19].

В умовах Центрального Лісостепу України досить ефективним є застосування післясходового гербіциду бентазон + імазамокс, при цьому, за рахунок високої біологічної активності, суттєво знижується кількість відносно стійких бур'янів при змішаному типі забур'яненості посівів сої. Врожайність сої в середньому за два роки становила 3,82 т/га, що на 34% вище ніж на контрольному варіанті [20].

В умовах Північного Степу України максимальні результати у контролюванні бур'янів в посівах сої забезпечили бакові суміші гербіцидів: Гармонія (10 г/га) + Команда (0,20 л/га) + Тренд (300 мл/га); Гармонія (10 г/га) + Тім (0,25 л/га) + Тренд (300 мл/га); Гармонія (8 г/га) + Базагран (2,0 л/га) + Тренд (300 мл/га) а також Гармонія (12 г/га). Показники врожайності на цих варіантах були максимальними, і становили 2,28; 2,31; 2,31 і 2,29 т/га, що більше за контроль на 43, 44, 44 і 43% відповідно [10].

О. О. Іващенко [7] було доведено, що як ґрунтові, так і післясходові гербіциди не погіршують таких основних показників якості зерна сої, як вміст протеїну та жиру.

Дослідженнями проведеними в Лівобережному Лісостепу України не виявлено значної різниці між варіантами досліду за вмістом білка і олії в насінні сої за різних післясходових строків внесення гербіциду Фабіан. Проте, слід зауважити, що за використання препарату в фазі сходів (примордіальних листків), одного і трьох справжніх листків сої вміст білка в насінні був більшим на 0,9–1,2%, а олії меншим на 0,4–0,5%, порівняно з контролем. Тому, застосування гербіциду Фабіан у більш пізні фази розвитку сої призводило до зниження збору білка й олії з одиниці площі. Максимальний збір білка й олії отримано за використання препарату в фазі сходів (примордіальних листків) сої, а мінімальний – в забур'яненому варіанті (контроль) [21].

За іншими даними спостерігається незначне зростання вмісту білка в насінні сої у варіанті з внесенням гербіциду Фабіану, порівняно з контролем і гербіциду Півот відповідно на 0,8 і 0,6%. Показник вмісту олії в насінні сої був відносно стабільний. Його коливання залежно від варіанту досліду було в межах від 17,9 до 18,0% [22].

Іншими дослідниками також не виявлено суттєвого впливу гербіцидів на якість насіння сої [20; 23–27].

Метою наших досліджень було вивчення впливу гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження проводилися в 2021–2022 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліду: Фактор А. Сорти сої: 1. Ауреліна. 2. ЕС Командор. 3. ЕС Навігатор. Фактор В. Гербіциди: 1. Контроль (обробка водою). 2. Примекстра TZ Голд 500 sc, к. с. (4,5 л/га), до появи сходів культури. 3. Фронт'єр Оптіма (1,2 л/га) + Стомп 330 (5л/га), до появи сходів культури. 4. Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га), у фазі 4–5 листків культури. 5. Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га), у фазі 2–4 листки культури. Загальна площа елементарної ділянки – 144 м², облікової – 120 м². Повторність досліду триразова.

Обробку посівів сої проводили до появи сходів культури та у період вегетації (2–5 листків) шляхом застосування робочого розчину гербіцидів (250 л/га) на дослідних ділянках. На контрольних варіантах проводили обробку посівів водою з розрахунку 250 л/га у період, коли проводили внесення гербіцидів.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий середньосуглинковий. Вміст гумусу – 2,56%, легкогідролізованого азоту – 145 мг/кг, рухомого фосфору – 167 мг/кг, обмінного калію – 178 мг/кг. Ступінь кислотності ґрунту рН – 6,1.

Облік урожайності проводили поділяючно методом суцільного обмолоту кожної ділянки з наступним перерахунком на 100% чистоту та стандартну вологість. Вміст протеїну визначали методом К'ельдаля, а вміст жиру – методом екстрагування наважки етиловим ефіром в апараті Сокслета згідно ДСТУ 4964:2008.

Аналіз отриманих даних був проведений за допомогою методів дисперсійного та варіаційного аналізу комп'ютерними програмами Microsoft Excel та Статистика 12.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами наших досліджень встановлено, що врожайність зерна досліджуваних сортів сої змінювалась, як від умов року, так і застосування гербіцидів (табл. 1).

У 2021 році кліматичні умови впродовж вегетаційного періоду сої сприяли максимальній реалізації генетичного потенціалу сортів сої, що дозволило отримати врожайність зерна від 1,8 (сорт ЕС Командор, контроль) до 3,8 т/га (сорт Ауреліна і ЕС Навігатор, Корум + Ачіба). В 2022 році під впливом несприятливих

погодних умов відмічено зменшення урожайності зерна на 20,0–40,1 %, порівняно з попереднім роком. В цей рік вона варіювала від 1,2 (сорт Ауреліна і ЕС Командор, контроль) до 2,9 т/га (сорт ЕС Навігатор, Корум + Ачіба) (табл. 1).

В середньому за два роки досліджень найбільш ефективним варіантом контролювання сеgetальної рослинності в посівах сої виявилось післясходове (у фазі 2–4 листки культури) застосування препаратів Корум (2 л/га) і Ачіба (2 л/га). Урожайність зерна становила у сортів Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор – 3,3, 3,0 і 3,4 т/га. При використанні Базагран (3 л/га) і Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га), у фазі 4–5 листків культури, ці показники були на рівні 3,2, 2,9 і 3,2 т/га. Тобто достовірної різниці в роки досліджень між цими варіантами післясходового застосування гербіцидів не відмічено (НІР₀₅ в 2021 р. – 0,2, в 2022 р. – 0,1 т/га).

Внесення ґрунтового препарату Примекстра TZ Голд 500 sc, к. с. (4,5 л/га) забезпечило урожайність сої 2,7, 2,4 і 2,8 т/га, а сумісне застосування Фронт'єр Оптіма (1,2 л/га) і Стомп 330 (5л/га) – 2,9, 2,7 і 2,9 т/га, відповідно у сортів Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор.

Таблиця 1

Урожайність зерна сої, т/га

Гербіциди (Фактор А)	2021 р.	2022 р.	Середня	Приріст до контролю
Сорти (Фактор В)				
Ауреліна				
Контроль	2,0	1,2	1,6	–
Примекстра TZ Голд	3,0	2,4	2,7	1,1
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	3,3	2,4	2,9	1,3
Базагран + Фюзілад Форте	3,7	2,7	3,2	1,6
Корум + Ачіба	3,8	2,8	3,3	1,7
ЕС Командор				
Контроль	1,8	1,2	1,5	–
Примекстра TZ Голд	2,8	2,0	2,4	0,9
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	3,2	2,1	2,7	1,2
Базагран + Фюзілад Форте	3,4	2,3	2,9	1,4
Корум + Ачіба	3,5	2,4	3,0	1,5
ЕС Навігатор				
Контроль	2,1	1,4	1,8	–
Примекстра TZ Голд	3,3	2,2	2,8	1,0
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	3,5	2,3	2,9	1,2
Базагран + Фюзілад Форте	3,7	2,7	3,2	1,5
Корум + Ачіба	3,8	2,9	3,4	1,6
НІР ₀₅ , т/га, для	А	0,2	0,1	
	В	0,4	0,3	
	АВ	0,6	0,7	

Під впливом гербіцидів приріст урожайності зерна становив у сорту Ауреліна 1,1–1,7 т/га, ЕС Командор – 0,9–1,5 т/га і ЕС Навігатор – 1,0–1,6 т/га, порівняно з контролем. В цілому, вищою ефективністю відзначались варіанти з післясходовим застосуванням гербіцидів Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га) і Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га). В середньому за два роки максимальною

врожайністю зерна відзначався сорт ЕС Навігатор – 2,8 т/га, у сорту Ауреліна вона становила 2,7 т/га, і найменшою була у сорту ЕС Командор – 2,5 т/га.

Застосування гербіцидів забезпечує приріст урожайності зерна сої в межах 1,0–1,6 т/га, порівняно з контролем, що вказує на високу ефективність використання гербіцидного захисту посівів сої (рис. 1).

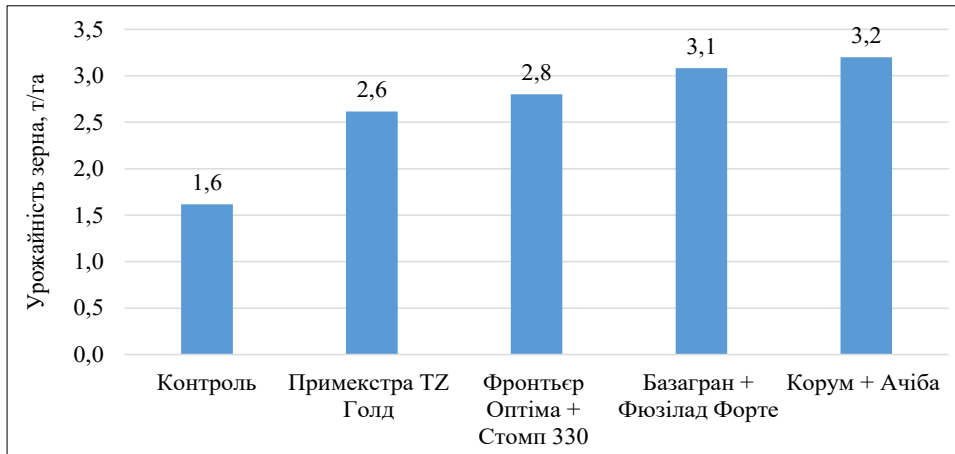


Рис. 1. Урожайність зерна сої залежно від гербіцидного захисту (середнє по сортах та за 2021–2022 рр.), т/га

Для зберігання та реалізації, вологість зерна сої не повинна перевищувати 14%, а краще 12%. При вологості зерна більше 20% насіння деформується, пошкоджується зародок та неповністю вимолочується з бобів [28]. Інформація про вологість зерна сої необхідна для ефективного використання збиральної техніки під час збирання та обмолоту [29]. Бур'яни присутні в зібраному врожаї сої можуть підвищити вміст вологи, що знижує ринкову ціну зерна [30].

Нашими дослідженнями не виявлено зміни вологості зерна сої під впливом гербіцидів, вона залежала від погодних умов року та сортових особливостей (табл. 2). У 2022 р. вологість зерна становила 8,9–9,5%, 9,2–10,2% і 8,9–9,4%, а у 2021 р. – 8,2–8,6%, 8,4–9,0% і 7,8–8,4%, відповідно у сортів Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор (табл. 2). В середньому за два роки у сорту ЕС Навігатор вологість становила 8,6%, Ауреліна – 8,8% і ЕС Командор – 9,2%.

Таблиця 2

Вологість зерна сортів сої, %

Гербіциди (Фактор А)	2021 р.	2022 р.	Середня
1	2	3	4
Сорти (Фактор В)			
Ауреліна			
Контроль	8,5	9,5	9,0
Примекстра TZ Голд	8,4	9,4	8,9
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	8,2	9,0	8,6
Базагран + Фюзілад Форте	8,3	9,0	8,7
Корум + Ачіба	8,6	8,9	8,8

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4
ЕС Командор			
Контроль	9,0	9,8	9,4
Примекстра TZ Голд	8,8	9,2	9,0
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	8,4	9,7	9,1
Базагран + Фюзілад Форте	8,7	9,7	9,2
Корум + Ачіба	8,4	10,2	9,3
ЕС Навігатор			
Контроль	8,2	9,4	8,8
Примекстра TZ Голд	8,3	9,2	8,8
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	7,8	9,0	8,4
Базагран + Фюзілад Форте	8,0	8,9	8,5
Корум + Ачіба	8,4	8,9	8,7
НІР ₀₅ , %, для	A	0,2	0,2
	B	0,3	0,3
	AB	0,5	0,5

Вміст жиру в насінні сої залежав від генотипових особливостей досліджуваних сортів. Не відмічено впливу гербіцидного захисту на накопичення жиру в зерні сої, лише у сорту ЕС Навігатор спостерігалася тенденція до підвищення на 0,1–0,4 % вказаного показника за їх застосування (рис. 2). В середньому за два роки, у сорту ЕС Навігатор цей показник становив 21,6–22,0 %, сорту Ауреліна і ЕС Командор – 20,9–21,6 % і 20,7–21,6 %, відповідно.

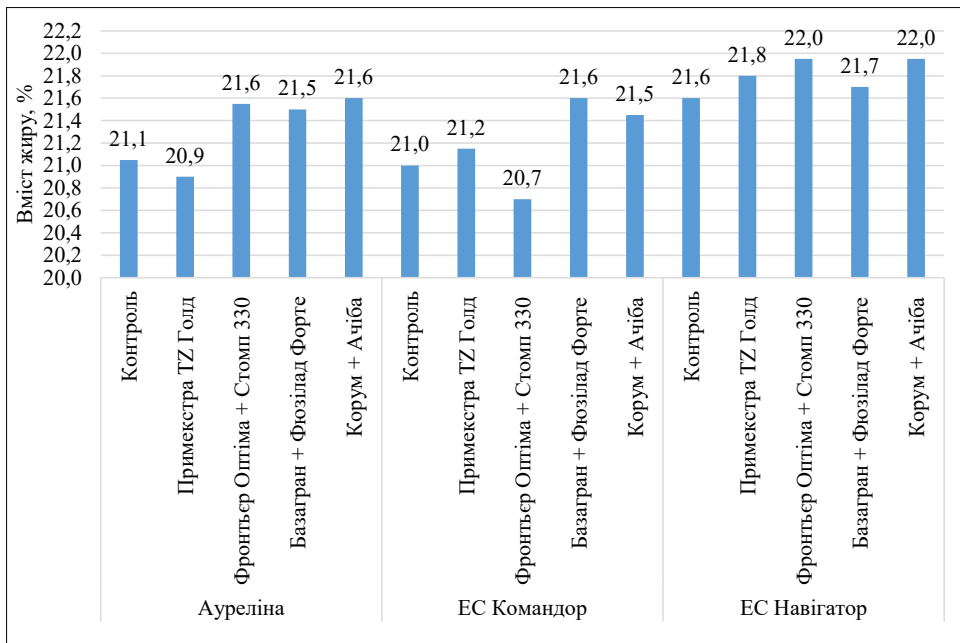


Рис. 2. Вміст жиру в зерні сої (середнє за 2021–2022 рр.), %

Вміст білка в зерні сої, в середньому за 2021–2022 рр., варіював у сорту Ауреліна в межах 41,0–41,6 %, сорту ЕС Командор – 41,3–41,5 % і найменші значення були у сорту ЕС Навігатор – 38,8–39,9 % (рис. 3). У перших двох сортів на варіантах із застосуванням гербіцидного захисту вміст білка мав тенденцію до зростання на 0,1–0,6 %, порівняно з контролем. Дещо вищим вміст білка у всіх сортів отримано при використанні післясходових гербіцидів Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га) і Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га).

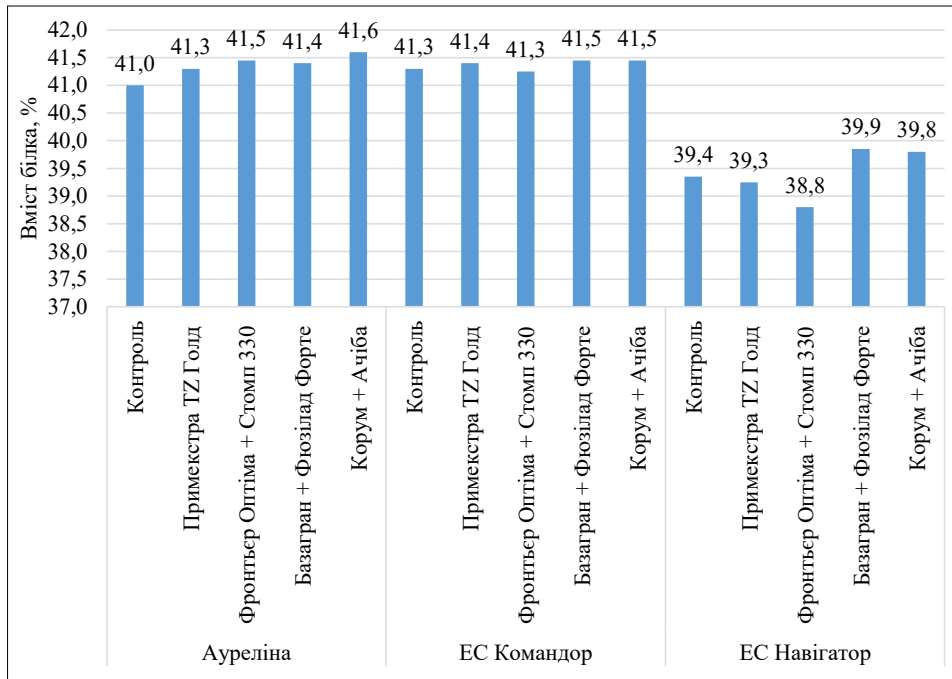


Рис. 3. Вміст білка в зерні сої (середнє за 2021–2022 рр.), %

Результати наших досліджень співпадають з даними отриманими О. Л. Панащенко [31], згідно яких відмічено тенденцію до збільшення сирого протеїну на варіантах з внесенням ґрунтового гербіциду Екстрем і післясходового Фюзілад форте (до 40,3 %), та на фоні того ж ґрунтового та післясходового гербіциду Юпітер (до 40,2 %), при його вмісті на контролі 39,3 %. Разом з тим, на цих же варіантах вміст жиру був менший, ніж на інших системах гербіцидів (19,5–20,1 %), і перебував на рівні контролю (19,1 %). В цілому було помічено тенденцію до збільшення кількості сирого протеїну без погіршення основних показників якості зерна сої.

Висновки і пропозиції. Встановлено вплив ґрунтових та післясходових гербіцидів на продуктивність сортів сої. В середньому по досліді приріст врожайності зерна сої становить 1,0–1,6 т/га, порівняно з контролем. Найвища урожайність зерна в досліді отримана при комбінованому застосуванні післясходових гербіцидів Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га) і Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га) – 3,2 і 3,3; 2,9 і 3,0; 3,2 і 3,4 т/га, відповідно у сортів Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор. При цьому сорт ЕС Навігатор за врожайністю зерна на 1,3–8,2 % перевищував інші сорти.

У більш сприятливому 2021 році урожайність сортів Ауруліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор становила 2,0–3,8, 1,8–3,5 і 2,1–3,8 т/га. В 2022 році під впливом несприятливих погодних умов відмічено зменшення продуктивності сої на 20,0–40,1 %, порівняно з попереднім роком. В цей рік у досліджуваних сортів вона була в межах 1,2–2,8, 1,2–2,4 і 1,4–2,9 т/га, відповідно.

Не виявлено впливу гербіцидів на вологість зерна сої та вміст жиру і білка в насінні сої. Виявлено тенденцію до зростання вмісту білка на 0,1–0,6 % у сортів Ауруліна і ЕС Командор на варіантах із застосуванням гербіцидного захисту, порівняно з контролем. У сорту ЕС Навігатор вміст білка був найменшим (38,8–39,8 %) і не залежав від досліджуваних гербіцидів. Дещо вищим вміст білка у всіх сортів отримано при використанні післясходових гербіцидів Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га) і Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Montoya F., García C., Pintos F., Otero A. Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. *Agricultural Water Management*. 2017. № 193. P. 30–45.
2. Sun J., Mooney H., Wu W., Tang H., Tong Y., Xu Z., Liu J. Importing food damages domestic environment: Evidence from global soybean trade. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018. № 115 (21). P. 5415–5419.
3. FAOSTAT, FAO. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/-data/QC>. "Food and agriculture organization of the United Nations (FAO)".
4. Бабич А. О. Соя: стан та перспективи селекції в Україні. Посібник українського хлібороба. 2013. Том 2. С. 99–101.
5. Красиловець Ю. Г., Зуза В. С., Петренкова В. П., Кириченко В. В. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур (довідник). Харків : Магда LTD, 2006. С. 116–130.
6. Ghanizadeh H., Harrington K. C. Non-target site mechanisms of resistance to herbicides. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2017. Vol. 36 (1). P. 24–34.
7. Івашенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ : Світ, 2001. С. 234.
8. Jadhav V. T., Kashid N. V. Integrated weed management in soybean. *Indian Journal of Weed Science*. 2019. Vol. 51 (1). P. 81–82.
9. Meseldžija M., Rajković M., Dudić M., Vranešević M., Bezdan A., Jurišić A., Ljevnaić-Mašić B. Economic feasibility of chemical weed control in soybean production in Serbia. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (2). P. 1–12.
10. Tkalich Y. I., Tsyliuryk O. I., Rudakov Y. M., Kozechko V. I. Efficiency of post-emergence ("insurance") herbicides in soybean crops of the Northern Steppe of Ukraine. *Agronomy*. 2021. Vol. 4. № 4. P. 165–173.
11. Albrecht A.J.P., Albrecht L.P., Barroso A.A.M., Cesco V.J.S., Krenchinski F.H., Silva A.F.M., Victoria Filho R. Glyphosate tolerant soybean response to different management systems. *Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 10. № 1. P. 204–216.
12. Belfry K.D., McNaughton K.E., Sikkema P.H. Weed control in soybean using pyroxasulfone and sulfentrazone. *Canadian Journal of Plant Science*. 2015. Vol. 95. № 6. P. 1199–1204.
13. Fornazza F. G. F., Constantin J., Machado F. G., de Oliveira Jr R. S., da Silva G. D., Rios F. A. Selectivity of pre-and post-emergence herbicides to very-early maturing soybean cultivars. *Comunicata Scientiae*. 2018. № 9 (4). P. 649–658.
14. Williams M. M., Nelson R. L. Vegetable soybean tolerance to bentazon, fomesafen, imazamox, linuron, and sulfentrazone. *Weed Technology*. 2014. Vol. 28 (4). P. 601–607.
15. Marchioretto L. R., Magro T. D. Weed control and crop selectivity of post-emergence herbicides in common beans. *Ciência Rural*. 2017. Vol. 47 (3). P. 1–6.

16. Щербачук В.М. формування урожайності та якісних показників зерна сої залежно від системи захисту посівів проти бур'янів та хвороб в умовах достатнього зволоження. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 88–91.
17. Knežević M., Antunović M., Ranogajec L., Baličević R. Effectiveness of some post-emergence herbicides in soybean. *Poljoprivreda*. 2008. № 14 (2). P. 23–28.
18. Гутянський Р. А., Огурцов Ю. Є., Клименко І. І., Волошина С. М. Урожайні властивості та посівні якості насіння сої за дії сучасних гербіцидів. *Селекція і насінництво*. 2015. Випуск 107. С. 170–175.
19. Peer F. A., Hassan Badrul, Lone B. A., Qayoom Sameera, Ahmad Latief, Khanday B. A., Purshotam Ssingh. Effect of weed control methods on yield and yield attributes of soybean. Division of Agronomy, S. K. University of Agricultural Sciences and Technology of Kashmir, India. 2013. Vol. 8 (48). P. 6135–6141.
20. Dykun A., Zherebko V., Dykun M. The effectiveness of herbicides in soybean cultivation. *Žemės ūkio mokslai*. 2020. T. 27. № 3. P. 115–124.
21. Мордерер Є. Ю. Гербіциди. Механізм дії та практика застосування. Київ: Логос, 2009. С. 379.
22. Гутянський Р. А. Урожайність та якість насіння сої залежно від післясходових строків внесення гербіциду Фабіан. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2015. Випуск 18. С. 23–28.
23. Гутянський Р.А., Лисун Г.М., Доля С.М. Порівняння післясходових гербіцидів широкого спектру дії в посівах сої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. № 17. С. 92–97.
24. Marchi C. S., Albrecht A. J. P., Albrecht L. P., Novakoski F. P., Silva A. F. M., Mundt T. T. Quality of soybean seeds under application of herbicides or growth regulators. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2021. № 16 (1). P. 1–6.
25. Mazon A. S., Cechin J., Piasecki C., Gazola J., Henckes J. R., Meneghello G., Agostinetto D. Enlist volunteer corn affects the crop development and seed quality of Enlist soybean. *Bragantia*. 2022. № 81. e0122. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210207>.
26. Kanatas P., Travlos I., Papastylianou P., Gazoulis I., Kakabouk, I., Tsekoura A. Yield, quality and weed control in soybean crop as affected by several cultural and weed management practices. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2020. № 48 (1). P. 329–341.
27. Nainwal R., Saxena S. C. Effect of herbicides on plant growth and seed yield and quality of soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Environment Conservation Journal*. 2023. V. 24. № 2. P. 77–82.
28. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. Київ: Вища освіта. 2004. С. 27–222.
29. Öztürk F., Pekitkan F. G., Esgici R., Elicin, A. K. Some mechanical properties of soybean (*Glycine max*) stems and seeds. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2017. № 60. P. 352–355.
30. Griffin J. L., Boudreaux J. M., Miller D. K. Herbicides as harvest aids. *Weed Science*. 2010. Vol. 58. № 3. P. 355–358.
31. Панасенко О. Л. Вплив систем застосування гербіцидів на біологічну активність ґрунту, урожайність і якість зерна сої. *Вісник ХНАУ*. 2013. № 1. С. 168–175.

УДК 577.2:577.112

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.18>

УСПАДКУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПРИ СТВОРЕННІ ІНТРОГРЕСИВНОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Моцний І.І. – к.б.н.,

провідний науковий співробітник відділу загальної та молекулярної генетики,

Селекційно-генетичний інститут –

Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

Файт В.І. – д.б.н., с.н.с.,

член-кор. Національної академії аграрних наук України,

завідувач відділу загальної та молекулярної генетики,

Селекційно-генетичний інститут –

Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

Вміст білка в зерні (*grain protein content* – GPC) пшениці виступає детермінантним критерієм хлібопекарської якості борошна. Так, генетично обумовлений потенціал якості надсильних сортів реалізується лише при достатньо високому вмісті білка в борошні. Оскільки, реалії сучасного зернового виробництва (перш за все, азотного живлення рослин) забезпечують радше приріст урожаю, а не його білковості, спокусливо здійснити це генетичними методами. Є безліч джерел які можна використовувати для поліпшення біохімічні показники, але на практиці «донорами» стають одиниці. Тому, для того, щоб створити такі донори, необхідно вільно маніпулювати GPC QTL-ми (локусами кількісних ознак – *quantitative trait loci*), які беруть участь у контролі вмісту білка в зерні незалежно від впливу на урожайність. **Методи і матеріали.** У даній публікації досліджено чотири показники якості, дві агрономічні ознаки та урожайність на популяціях озимої пшениці, що складалася загалом з 400 інтрогресивних ліній (IL) різних комбінацій і ступенів насичування, отриманих від міжвидових схрещувань. **Методи:** польові, лабораторні, математично-статистичні. **Результати і обговорення.** Наведені результати вивчення варіації та спадковості низки агрономічних показників при створенні шляхом віддаленої гібридизації нових донорів дефіцитних ознак якості для селекції пшениці м'якої озимої. Серед досліджених IL пшениці вміст білка варіював в межах 8,2–15,8% Результати аналізів, зібрані двома методами, були цілком співставними; статистична обробка даних підтвердила їх відповідність і чітку кореляцію. На множині 400 інтрогресивних ліній показано, що найбільш високі показники седиментації, вмісту клейковини і білка мали лінії з генетичним матеріалом від AD (*T. dicoccum* / *Ae. tauschii*). **Висновки.** Виділені донори передано в колекційний розсадник відділу селекції і насінництва пшениці для використання у селекційному процесі. Лінії можуть служити матеріалом для визначення QTL-ів кількісних ознак.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., інтрогресивні лінії, білковість зерна, седиментація, продуктивність, варіація, спадковість.

Motsnyi I.I., Fait V.I. Inheritance of grain quality indicators in the creation of introgressive starting material of soft winter wheat

The grain protein content (GPC) of wheat is a determinant criterion for the baking quality of flour. Thus, the genetically determined quality potential of superior varieties is realized only when the protein content in flour is sufficiently high. Since the realities of modern grain production (primarily nitrogen nutrition) provide for yield growth rather than protein content, it is tempting to do this by genetic methods. There are many sources that can be used to improve biochemical parameters, but in practice, only a few become “donors”. Therefore, in order to create such donors, it is necessary to freely manipulate GPC QTLs (quantitative trait loci), which are involved in the control of protein content in grain regardless of the effect on yield. **Methods and materials.** In this publication, four quality traits, two agronomic traits, and yield were studied in winter wheat populations consisting of a total of 400 introgressive lines (ILs) of different combinations and degrees of saturation obtained from interspecific crosses.

Methods: field, laboratory, mathematical and statistical. **Results and discussion.** The results of studying the variation and heritability of a number of agronomic traits in the creation of new donors of deficient quality traits for breeding winter bread wheat by remote hybridization are presented. Among the studied wheat ILs, the protein content varied within 8.2–15.8%. The results of the analyzes collected by the two methods were quite comparable; statistical processing of the data confirmed their correspondence and clear correlation. On the set of 400 introgressive lines, it was shown that the highest sedimentation, gluten and protein content were in lines with genetic material from AD (*T. dicoccum* / *Ae. tauschii*). **Conclusions.** The selected donors were transferred to the collection nursery of the Department of Wheat Breeding and Seed Production for use in the breeding process. The lines can serve as material for determination of QTLs for quantitative traits.

Key words: *Triticum aestivum* L., introgressive lines, grain protein content, sedimentation, productivity, variation, heritability.

Постанова проблеми. Відомо, що хлібопекарська якість пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) включає комплекс ознак, які зазвичай проявляють кількісну варіацію та суттєво модифікуються умовами середовища. Маса 1000 зерен (thousand kernel weight – TKW) вже давно використовується як показник якості зерна пшениці та основний елемент продуктивності. За останні 6 десятиліть наукової селекції TKW зросла з 31,5 г до 44,6 г, що становить 2,2 г приросту в кожному десятилітті і свідчить про високу ефективність добору за цим показником на ранніх етапах селекційного процесу [1]. Висока TKW покращує товарний вигляд зерна, позитивно корелює з розміром зернівки [2], опосередковано пов'язана з виходом борошна при помелі, його зольністю та іншими показниками якості [3]. Крім того, TKW може застосовуватися як міра об'ємної густини зернового запасу, стійкості до хвороб та посухи, а також загальної фізіологічної потужності рослини [4].

Вміст білка в зерні (grain protein content – GPC) пшениці виступає детермінантним критерієм хлібопекарської якості борошна. Так, генетично обумовлений потенціал якості надсильних сортів реалізується лише при достатньо високому вмісті білка в борошні (11–12%) [5]. Більш того, при вмісті білка нижче 9,5% їх борошно взагалі непридатне для випікання хліба через дуже низький індекс еластичності, надто пружну і слабо розтяжну клейковину [6]. В той же час, якість борошна інших сортів з підвищенням вмісту протеїну покращується слабо, а у сортів з транслокацією 1BL.1RS навіть погіршується [7]. Варто також зазначити, що клейковинні білки пшеничного борошна наразі використовуються далеко поза межами їх традиційного споживання, наприклад для поліпшення низькоякісного борошна, випікання мультізернового хліба, виготовлення м'ясних виробів, морепродуктів, вегетаріанських заміників м'яса, супів, солодоців, приправ, продуктів дитячого харчування тощо [8].

Аналіз останніх досліджень. Оскільки, реалії сучасного зернового виробництва (перш за все, азотного живлення рослин) забезпечують радше приріст урожаю, а не його білковості, спокусливо здійснити це генетичними методами [9]. Зокрема, шляхом залучення нового (можливо, ще невивченого) генетичного матеріалу і використання точної інформації про спадкоємність та стабільність ознаки і вклад окремих компонентів в її загальну варіацію [10]. Наразі перспективними джерелами для підвищення GPC пшениці вважаються деякі егілопси і однозернянка, *T. dicoccum* [11], *T. dicoccoides* [12; 13], *T. militinae*, *T. timopheevii*, спельта, *T. sphaerococcum*, *T. polonicum*, *T. compactum*, штучно створені амфіплоїди, особливо за участю донора генома D – *Aegilops tauschii* Coss., а також високобілкові колекційні зразки [14]. За окремими винятками, більшість цих джерел не стала донорами ознаки для сортів культурної пшениці, оскільки поняття «джерело»

і «донор» високого вмісту білка в зерні є докорінно різними за своєю суттю, а саме, можливістю спадкової передачі цієї ознаки в сучасний високопродуктивний сорт без зниження його урожайності. Отже, для того, щоб створити такі донори, необхідно вільно маніпулювати GPC QTL-ми (локусами кількісних ознак – quantitative trait loci), які беруть участь у контролі вмісту білка в зерні незалежно від впливу на урожайність [15].

Вміст клейковини (gluten content – GC) та об'єм седиментації (sedimentation volume – SV) – показники, які широко використовуються для оцінки якості борошна в сортах пшениці. При чому перший визначає унікальну для пшениці хлібопекарську спроможність, а другий є непрямим експресним методом, що надає інформацію про якість зерна по малих за обсягом пробах вже на перших етапах селекційного процесу [9]. Обидва показники істотно залежать як від кількості, так і від якості білків борошна [16]. Ці білки в основному представлені високомолекулярними і низькомолекулярними субодинамицями глютенінів, відповідальними за пружність та еластичність тіста, і гліадинами, які відповідають за контроль в'язкості та розтяжності тіста [17]. В СГІ – НЦНС розроблено новий метод визначення седиментації (SDS30), особливістю якого є значно вища, ніж одержана іншими методами, кореляція з ключовими показниками якості – силою та індексом еластичності тіста і відсутність залежності від GPC [9].

В цілому, залежно від матеріалу та умов його вирощування існує велика розбіжність в судженнях щодо впливу генотипу і середовища на агрономічні ознаки і показники якості пшениці [3]. Вивчаючи вихідний матеріал протягом тривалого часу можна отримати певну інформацію про його пластичність в різних середовищах. Через мінливість погодних умов, їхні градації так чи інакше зміщені відносно одна одної та порівняно з ефектом досліду в цілому. Якщо за роками показники якості та інші ознаки змінюються неоднозначно, значить наявна взаємодія «генотип × середовище», яку можна проаналізувати статистичними методами [18]. При цьому, для визначення кількісних параметрів цієї взаємодії та їх біологічної інтерпретації традиційно обчислюється коефіцієнт кореляції рангів (за формулою Спірмена) між одними і тими ж генотипами в різних умовах вирощування (у різні роки). Варто зазначити, що застосування коефіцієнта Спірмена є більш доцільним для біологічних досліджень такого гатунку, коли збереження чи зміна рангів генотипів в інших умовах має більше значення, ніж їх регресійна залежність.

Успішна робота в цьому напрямку можлива також за умови використання ефективних експрес-методів непрямой оцінки великої кількості селекційного матеріалу. Адже об'єктивність і коректність оцінки показників якості завжди була темою наукових досліджень, основою розрахунків між виробником та споживачем. ДСТУ 4117:2007 регламентує сучасні експрес методики оцінки якісних показників зерна [19]. Зокрема, таким є метод ближньої інфрачервоної спектроскопії (NIR), який відрізняється високою швидкістю і продуктивністю, простотою здійснення та низькою вартістю вимірювань, відсутністю необхідності в реактивах і малими витратами трудових ресурсів.

У даній публікації досліджено чотири показники якості, дві агрономічні ознаки та урожайність на популяціях озимої пшениці, що склалися загалом з 400 інтрогресивних ліній (IL) різних комбінацій і ступенів насичування, отриманих від міжвидових схрещувань. Більшість ліній були відібрані серед похідних *Aegilops tauschii* і, таким чином, служили донорами алелів дикого виду для D геному пшениці. Мета дослідження – вивчити спадкоємність показників якості при створенні донорів високого вмісту білка в зерні, що несуть алелі від непристосованих до

мінливих умов зони ризикованого землеробства та агротехнологій зернового виробництва генетичних ресурсів, перевірити ці донори за стабільністю показників якості в умовах степу України, дослідити та кількісно виразити ефекти взаємодії генотип-середовище у відношенні окремих агрономічних та господарсько-цінних ознак і, крім того, оцінити потенціал екзотичних алелів для поліпшення якості сучасних елітних сортів пшениці.

Постанова завдання. шляхом міжвидової гібридизації створити лінії з генетичним матеріалом від *T. dicoccum* / *Ae. tauschii*, які мали б найбільш високі показники седиментації, вмісту клейковини і білка.

Матеріали та методи. В результаті віддаленої гібридизації низки первинних ІІ, синтетичних амфіплоїдів різного походження та гексаплоїдних колекційних зразків з сучасними сортами СГІ – НЦНС після численних багаторічних індивідуальних доборів за наявністю чужинних ознак одержано та перевірено в польових умовах сукупність 400 ІІ пшениці м'якої озимої різних комбінацій та ступенів селекційної проробки, які разом із 4 сортами-стандартами послужили матеріалом чинного дослідження. Польові досліди були закладені в 2007–2018 рр. на полях та дослідних ділянках СГІ – НЦНС як в широкорядному, так і в промисловому посіві згідно загальноприйнятої схеми селекційного процесу самозапильних культур. Внесення добрив здійснювали згідно технологічної карти інституту. Крім того, для визначення адаптивних властивостей відібраних ліній, в 2016 р. матеріал висівався додатково в посушливих умовах ДПДГ «Покровське», а в 2016, 2017 і 2018 рр. на полях ДП «Експериментальна база «Дачна» (Біляївський район Одеської області) з обліковими ділянками 10 м². Повторність у дослідах – трикратна. Детальна характеристика матеріалу та опис методики польових дослідів наведені у нашій попередній публікації [6]. Характеристика кращих ліній за основними ознаками в останні роки дослідження наведена в таблиці 1.

За погодними умовами роки були вкрай різноманітні, що враховувалось при обговоренні і аналізі експериментальних даних. Матеріал оцінювали за рядом властивостей: наявність морфологічних ознак інших видів, дата колосіння (date heading – DH), висота рослин (plant height – PH), урожайність (grain yield – GY). Показники якості визначали послідовно NIR- та лабораторними методами. Основний масив цих показників (вміст білка та клейковини, седиментація) одержано за допомогою інфрачервоного аналізатора NIRSystems 5000 (США). Обробку спектрів та розрахунки кореляцій і констант для калібрування приладу здійснювали з використанням програми WinISI II v.1.02 (“InfraSoft”, США) на основі попередніх досліджень [20]. При визначенні седиментації методом NIR, калібрування спектрометра проводили за методом Пумп’янського за величиною осаду в 2 %-ній оцтовій кислоті після відстоювання протягом 5 хв. Лабораторні визначення виконували в СГІ – НЦНС: якість зерна – методом седиментації SDS30, розробленим у відділі генетичних основ селекції [9]; вміст білка – в лабораторії біохімії у цілоз-меленому борошні за методом К’ельдаля на приладі Kjeltex-Auto 1030 (“FOSS”, Швеція) [21]; ТКВ за загальноприйнятою методикою [22].

Для оцінки варіювання досліджених ознак застосовували кореляційний аналіз. Ступінь зв’язку між даними, одержаними за однією і тією ж ознакою на одних і тих же лініях в різні роки їх вирощування, оцінювали шляхом обчислення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (R_{GY}). При визначенні рівня взаємодії генотип \times середовище в залежності від величини і знаку коефіцієнта рангової кореляції керувалися наступною шкалою [21]: $R_{GY}=1$ – взаємодія відсутня; $0,7 \leq R_{GY} < 1$ – взаємодія низька, симілярність (однонаправленість) реакцій генотипів на умови

висока; $0,5 \leq R_{GY} < 0,7$ – взаємодія середня, симілярність середня, хаотичність середня; $0 \leq R_{GY} < 0,5$ – взаємодія висока, симілярність низька, хаотичність висока; $-0,5 \leq R_{GY} < 0$ – взаємодія висока, симілярність відсутня, хаотичність висока, різнонаправленість низька; $-0,7 \leq R_{GY} < -0,5$ – взаємодія висока, симілярність відсутня, хаотичність середня, різнонаправленість середня; $-1 \leq R_{GY} < -0,75$ – взаємодія висока, симілярність відсутня, хаотичність низька, різнонаправленість висока. Отже, чим більше R_{GY} відхиляється від +1, тим сильніше проявлена взаємодія генотип \times середовище у дослідженому матеріалі.

Таблиця 1

Продуктивність та окремі ознаки якості зерна кращих інтрогресивних ліній

Лінія*	ВР**, см	Урожайність, ц/га			Маса 1000 зерен, г				Вміст білка, %		Седиментація, мл		
		2018	2019	x	2017	2018	2019	2020	2018	2019	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Стандарти													
Альбагрос	66–104	62,6	73,0	67,8	30,1	30,0	32,7	30,9	14,3	13,1	89	53	54,6
Куюльнік	68–100	75,2	78,5	76,9			36,8	38,6	–	10,3	87		36,0
Вікторія	70–107	61,8	72,2	67,0							73		
Батьківські генотипи													
Од. 267	74–110	52,4	63,3	57,9	39,2	37,1	38,4	41,9	13,5	13,6	93	53	59,4
Селянка	68–104	65,8	72,2	69,0	35,2	35,5	40,3	36,4	14,0	12,4	84	43	46,2
E200/97-2	88–118	51,2	70,0	60,6	44,0	39,7		42,8	15,8	9,3	47		41,6
G242/97-1	89–96	48,0	66,0	57,0	45,4	32,2		36,9	15,2	8,9	62	50	48,1
ПЕАГ	107–141	–	–	–		27,6			–	15,1			47,8
Інтрогресивні лінії													
166/09	69–108	53,2	54,0	53,6	32,4		40,8		15,3	10,3		48	42,5
168/09 ⁺	64–93	51,0	58,2	54,6			34,4		15,0	8,5			44,8
170/09 ⁺	59–102	56,9	68,7	62,8	29,9	32,7	37,1		14,9	9,0		36	30,0
173/09 ⁺	70–103	39,6	65,1	52,4	29,1	30,8			15,8	12,4		49	51,7
174/09 ⁺	57–101	51,2	71,8	61,5	29,2	37,9	36,6	37,1	15,3	9,2	92	47	36,4
175/09 ⁻	68–96	51,4	71,3	61,4	29,3	20,9	36,5		15,3	9,2	92	47	36,4
178/09 ⁺	84–98					33,6			15,6	11,6			49,7
180/09 ⁻	62–96					18,1			15,3	10,3			46,6
188/09 ⁺	61–91	52,0	70,5	61,3	28,6	29,3	34,1		15,1	10,0	72	49	41,2
190/09 ⁻	63–92	32,8	62,5	47,7	30,5	26,6	39,6		14,7	12,3		46	48,8
192/09 ⁻	75–78	45,3	67,0	56,2	34,4	34,0	39,7	34,4	15,0	12,6		45	49,0
193/09 ⁺	81–102	45,0	67,6	56,3	32,5	28,6	39,5	37,8	15,1	14,5		45	47,4
194/09 ⁺	73–103	69,4	73,1	71,3	30,0	36,3	36,9		14,8	9,6	88	47	41,4
196/09 ⁺	55–104	38,8	56,7	47,8	33,5	25,7	39,7		14,4	10,9		42	38,8
200/09 ⁻	95–97	74,7	74,9	74,8	31,6	32,3	38,9		14,1	9,4	67	45	46,2
202/09 ⁺	35–75					22,1			15,0	13,4		42	43,9
204/09 ⁺	57–81					28,5			15,7	13,0		44	47,6
206/09 ⁺	55–84					31,2			15,8	12,1		47	49,5
208/09 ⁻	82–101							40,5	14,1	9,5		41	
211/09 ⁻	62–78								15,6	11,6		50	

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
212/09 ⁺	65–88	45,3	78,7	62,0	31,6	31,4	41,0		14,6	9,0	67	48	45,5
214/09 ⁻	76–95	70,2	74,9	72,6	39,3	43,3	39,6	45,7	14,1	9,5	90	46	45,9
234/09 ⁺	85–105	57,0	56,7	56,9	32,1	35,7	36,9	35,7	13,3	8,2	79	42	33,9
235/09 ⁺	80–93					35,4			13,7	9,3		46	36,0
238/09 ⁻	70–100	44,4	56,4	50,4	26,9	21,1	34,8	35,4	14,0	9,3		47	40,5
239/09 ⁺	64–109	69,4	72,3	70,9	38,8	36,5	40,5		14,1	8,9		44	44,5
241/09 ⁻	77–109	54,9	66,9	60,9	36,0	31,3	39,8		14,4	9,6		48	45,9

Примітка: * + лінія константна, – лінія гетерогенна; ** ВР – висота рослин в роки спостережень.

Коефіцієнт спадкоємності в широкому сенсі (H^2) розраховували через коефіцієнт детермінації ($H^2 = d_{OP} = R_{GY}^2$) [23], де, R_{GY} – непараметричний коефіцієнт рангової кореляції Спірмена між даними, одержаними на одних і тих же лініях в різні роки їх вирощування. Якщо $0,60 < H^2 < 1$ – спадкоємність висока; $0,30 < H^2 < 0,60$ – середня; $0 < H^2 < 0,30$ – низька [28]. Вірогідність різниці між середніми значеннями визначали за допомогою найменшої істотної різниці (НІР) 5% рівня значущості. Для спрощення розуміння матеріалу в таблицях і тексті статті наводяться уніфіковані позначення ступеню достовірності визначених нами або взятих з літератури показників, критеріїв і коефіцієнтів: * – вірогідно при $p < 0,05$; ** – вірогідно при $p < 0,01$; *** – вірогідно при $p < 0,001$.

Результати досліджень та їх обговорення. За погодними умовами роки значно різнилися і переважно були в різній мірі посушливими, що є характерним для зони дослідження. Це дозволило отримати повну оцінку реакції матеріалу на чинники довкілля. У всіх восьми середовищах досліджувани ознаки виявляли безперервну сегрегацію в популяціях ІІ, а найвищі абсолютні значення асиметрії і ексцесу для них були < 1 , що свідчить про нормальний розподіл і полігенну детермінацію. Високі значення спадкоємності (H^2) більшості ознак показали, що генетичний фактор відіграв важливу роль у їх формуванні (табл. 2). Зауважимо, що наразі для визначення H^2 застосовувався непараметричний коефіцієнт Спірмена між роками, оскільки в даному випадку важлива міра взаємозалежності варіації ознак шляхом ранжування даних різних років. За літературними даними, кореляції, обчислені на одних і тих же лініях між макроумовами ($r > 0,70$), свідчать про загалом високу послідовність генотипів в різних середовищах для всіх вивчених показників якості за винятком GPC [29]. Визначені в наших дослідженнях кореляції, в цілому, відповідають загальноновизначеним тенденціям, хоча обчислені коефіцієнти суттєво варіювали в залежності від умов року (табл. 2).

З поміж інших ознак ДН і РН характеризуються, відповідно, низьким та середнім рівнем взаємодії генотип \times середовище ($R_{GY} = 0,74\text{--}0,89$ *** та $0,24\text{--}0,66$ ***, відповідно) [18; 30] та загалом високою спадкоємністю ($H^2 = 0,34\text{--}0,99$) [3; 27; 31; 32–34]. Стосовно ДН, окрім загальноновизначених генів *Ppd* (photoperiod response), в хромосомах 2BS, 5DL та 6BL виявлено три QTL, характерні для більшості популяцій, і один основний QTL (хромосома 1DL) був стабільно ідентифікований у всіх середовищах [35]. Стосовно РН, крім широковідомих генів короткостебловості (reduced height genes – *Rht*) наразі ідентифіковано 18 QTL, розміщених в різних хромосомах, з них найбільш потужні в хромосомах 4BS, 4DS і 6BL [32], та два зчеплені в хромосомі 2DS QTL з плейотропним впливом на РН і довжину колоса [35].

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів спадкоємності (H^2), визначені кореляційним методом

Ознака	Абревіатура	Розмах значень H^2	
		за літературними даними	за результатами даного дослідження
Дата колосіння	DH	0,34–0,99	0,17–1,00* ¹⁾
Висота рослин	PH	0,34–0,99	0,02–0,99*
Урожайність	CY	0,16–0,84	0,01–0,86*
Маса 1000 зерен	TKW	0,53–0,97	0,09–1,00*
Вміст білка	GPC	0,32–0,78	0,03–0,79*
Вміст клейковини	GC	–	0,01–0,86*
Седиментація	SV	0,01–0,94	0,02–1,00***

Примітка: ¹⁾ – Рівень вірогідності коефіцієнтів спадкоємності позначено за відповідними коефіцієнтами кореляції

Серед інших показників якості та елементів продуктивності, TKW зазвичай має найвищу спадкоємність ($H^2 = 0,53–0,97$) [27; 31–39] і середній рівень взаємодії генотип \times середовище ($R_{GY} = 0,25–0,76^{***}$) [18; 30; 40]. Наразі відомо понад 100 QTL для TKW, розподілених по всіх 21 хромосомах пшениці [4; 34; 39], більшість яких не виявляються в інших умовах, пояснюють незначну частку загальної варіації або проявляють епістатичні взаємодії з генотипом або іншими QTL. Тому, в більшості випадків ознака спадкується за типом полімерії при наявності як мінімум 3–6 основних локусів в хромосомах 2B, 4AL, 5B і 6AS (основні QTL), 1A, 1BS, 2A, 2D, 3A, 4B, 5A і 5D (додаткові TKW QTL), що мають адитивні генетичні ефекти [1; 2; 4; 29; 31–42]. Проте, збільшення TKW (на 5,2–27,5 %) відповідно зменшувало озерненість колоса (на 3,1–32,9 %), що вказує на локус-специфічний компроміс між ознаками [39; 42]. В селекції, переважно, застосовуються QTL, ідентифіковані в хромосомах 2A і 6A пшениці, до яких підібрані діагностичні ДНК-маркери. Вони дають надбавку 2,4 і 3,0 г до TKW, відповідно. Також може бути використаний QTL, перенесений в 7DS хромосому м'якої пшениці від *Ae. tauschii* [43].

Пшениця забезпечує значну частину продовольчого рослинного білка, тому вивчення спадкоємності вмісту білка – важливе завдання для генетики. Вміст протеїну в товарному зерні пшениці, як відомо, варіює в межах 8–15 %. Серед досліджених ІЛ пшениці вміст білка варіював в межах 8,2–15,8 %. Результати аналізів, зібрані двома методами, були цілком співставними; статистична обробка даних підтвердила їх відповідність і чітку кореляцію [20]. Однак, при скануванні у NIR спостерігався дещо підвищений GPC, у порівнянні з методом К'ельдаля. В літературі є твердження про те, що зазначена методика – менш точна у порівнянні з методом К'ельдаля [13] і повинна використовуватися для попереднього експрес-аналізу великої кількості ліній. Оскільки, класичним та арбітражним методом визначення загального GPC вважається, все ж таки, метод К'ельдаля, дані, одержані NIR-методом, були приведені до К'ельдаля за допомогою рівняння регресії, виведеного нами в попередній публікації [20]: $y = 0,86 + 0,98x$. Де, y – GPC, визначений NIR-методом; x – GPC за методом К'ельдаля. Розраховане для x , дане рівняння дозволило нам одержати матрицю даних, вільних від впливу чинника – метод визначення вмісту білка.

Загальновідомо, що вміст протеїну в зерні пшениці є кількісною ознакою з вираженою через ефект розрідження концентрації [44] оберненою залежністю

від рівня GY, яка контролюється комплексом генів з адитивними й епістатичними ефектами та нестабільним фенотиповим проявом і є складно досяжною для істотного поліпшення методами традиційної селекції [10; 17; 45; 46]. З іншого боку, є свідчення про відсутність плейотропного ефекту на GPC та GY і можливість поліпшення обох ознак одночасно [6; 41]. За відсутності чужинних включень рівень взаємодії генотип \times середовище за GPC був середній ($R_{GY} = 0,35-0,74^{***}$) [40], а спадкоємність становила $H^2 = 0,32-0,78$ [29; 38; 40; 47; 48], при наявності 7–10 GPC-локусів в хромосомах 1A, 2A, 3A, 4A, 4BS, 4D, 5AL, 5BL, 6AS, 6BS, 6DS, 7AS, 7BS і 7D, які проявлялись у більшості досліджених середовищ [41; 48; 49]. Лише окремі з них не мали негативних плейотропних ефектів на елементи продуктивності [43; 47]. Интрогресія відповідних екзотичних алелів QTL від дикого емера або *Ae. tauschii* сприяла підвищенню GPC [12]. При цьому відмічена слабка позитивна кореляція між кількістю чужинного генетичного матеріалу та вмістом білка ($r = 0,20-0,38$). Интрогресія QTL *Gpc-B1* (хромосома 6BS) від *T. dicoccoides* може суттєво підвищити GPC (до 14,8–17,9%) без погіршення продуктивності [50]. Цей локус також виявлено у деяких місцевих і старих сортів *T. dicoccum*, *T. durum*, *T. spelta* і *T. aestivum*, а подібні до нього гени – в G геномі *T. timopheevii*. Більш того, у м'якої пшениці були виявлені аналогічні гени *Gpc-A1*, *Gpc-D1* і *Gpc-2* в хромосомах 6A, 6D і другої гомеологічної групи, відповідно [14].

H^2 не лише описує ознаку, а й сильно залежить від популяції (набору ліній) та подібності умов середовища, характеристикою яких він також виступає. При схожості середовищ H^2 може бути завищений. Також величина коефіцієнта залежить від методу його визначення. Очевидно, показники спадкоємності, визначені в цитованих роботах [3; 27; 29–37; 39] дисперсійним аналізом, істотно завищені, в усякому разі, порівняно з аналогічними показниками, обчисленими іншими методами, зокрема через коефіцієнт детермінації, який виражає частку загальної дисперсії, обумовлену варіацією ліній в умовах попереднього року, тобто генотипом. (За ідентичності середовищ r між роками дорівнював би 1, $H^2 = d = r^2$ також дорівнював би 1). Підтвердженням цього можуть служити відповідні коефіцієнти, обчислені авторами для TKW і GPC: $H^2 = 0,95$ для TKW; r між середовищами $0,66^{**}-0,72^{**}$ [37], відповідно $r^2 = 0,44-0,52$. $H^2 = 0,72$ для GPC; r між середовищами $< 0,70$ [29]; отже $r^2 < 0,49$. Тобто, одержані таким чином коефіцієнти $H^2 = r^2$ майже вдвічі нижчі, ніж за формулами авторів, наприклад: $H^2 = \sigma_G^2 / [\sigma_G^2 + (\sigma_{GM}^2 + \sigma_E^2) / e]$ та $H^2 = \sigma_G^2 / (\sigma_G^2 + \sigma_E^2 / e)$, де σ_G^2 , σ_{GM}^2 , σ_E^2 – значення варіанс для генотипу, взаємодії генотип \times макросередовище і взаємодії генотип \times середовище всередині макросередовища, e – загальна кількість середовищ [29]; $H^2 = \sigma_G^2 / (\sigma_G^2 + \sigma_{GL}^2 / l + \sigma_E^2 / lr)$, де σ_G^2 , σ_{GL}^2 і σ_E^2 – значення варіанс для генотипу, взаємодії генотип \times локація та залишкової похибки, а l і r – число локацій і реплікацій, відповідно [27] або $H^2 = \sigma_G^2 / (\sigma_G^2 + \sigma_{GY}^2 / y + \sigma_E^2 / ry)$, де σ_G^2 , σ_{GY}^2 і σ_E^2 – значення середніх квадратів (mS) для генотипу, взаємодії генотип \times рік та залишкової похибки, а y і r – число років і реплікацій, відповідно [37]. Легко бачити, що в роботі [29] проігноровано варіансу макросередовища, в роботі [27] – варіансу локації, а в роботі [37] – фактору «Рік», вплив яких був значним. Крім того, не у всіх публікаціях дисперсії впливу означених чинників (σ^2) були правильно розраховані з їхніх середніх квадратів (mS).

Варіабельність SV залежала від генетичних чинників, ланки селекційного процесу та особливостей року дослідження. На етапі селекційного розсадника в широкорядному посіві SV у середньому складав 54–60 мл, а в контрольному 65–70 мл. і відрізнявся більшою стабільністю ($\sigma = 7$ мл). Очевидно, це пояснюється

нівелюванням ефекту широкорядного посіву та впливом добору ліній в процесі селекції. В суміжних ланках селекційного процесу $H^2 = 0,01-0,23$. За літературними даними спадкоємність SV становила $H^2 = 0,01-0,23$, при визначенні кореляційним аналізом [23] і $H^2 = 0,78-0,83$ при визначенні дисперсійним аналізом [38]. Означені розбіжності обумовлені обмеженістю методу SDS30, який добре диференціює матеріал за SV в роки формування достатньої кількості білка (>11 %). В роки з низьким GPC (в середньому 9–10%), при наявності надлишку вологи під час наливу зерна, при високій GY стандартів (>90 ц/га), при вирощуванні рослин на низьких або середніх агрофонах азотних добрив він не спрацьовує [7] і не показує кореляції з даними більш показових років. Так, у випадку вирощування популяції ліній, одержаних від схрещування контрастних за якістю батьківських форм, в схожих умовах високого агрофону H^2 сягав 0,94 [23]. Хромосоми 1A, 1B, 1D, в яких розташовані локуси *Gli-1/Glu-3*, найбільш важливі для SV; менший але адитивний вплив на об'єм осаду також мають QTL, розташовані в хромосомах 3AS, 3BL, 5AL, 5BS, 5D, 6AL, 6DS, 7AS і 7BS [16, 38, 51]. Привнесення в хромосому 6D пшениці QTL від *Ae. tauschii* призвело до збільшення SV на 21,7% [12].

Загалом для GY характерні середні значення коефіцієнтів кореляції між роками ($R_{GY} = 0,37-0,49^*$) [18; 30], що свідчить про середній рівень взаємодії «гено-тип × середовище», середній рівень симілярності і хаотичності реакцій. Це вказує на деяку нестабільність генетичних систем, які контролюють ознаку. Спадкоємність GY варіювала в досить широких межах, як правило, була низькою або середнього ступеня $H^2 = 0,16-0,51$ [3; 27; 33] але в дослідях з хорошими умовами та значними відмінностями між лініями сягала рівня високої $H^2 = 0,63-0,84$ [3; 27; 31]. На GY впливали як правило QTL, асоційовані раніше з ВР, стійкістю до іржі або раннім колосінням [3]. Відомо лише кілька важливих GY QTL в хромосомах 1B, 4D, 7D, не пов'язаних з висотою рослин, фенологією або стійкістю до іржі [44; 55]. Регіон хромосоми 3B асоціювався одночасно з ТКВ і GY [3]. Є свідчення [53], що інтрогресивний локус *Varc1183* від *Ae. tauschii* (хромосома 4DL) підвищив GY пшениці на 8,9%.

З іншого боку, крім спадкової компоненти на показники якості впливають і умови вирощування. Показано, що чим більше відстань між рядами і між рослинами в ряду, тим вище GPC [54]. Висока вологість ґрунту та надлишок CO_2 в атмосфері знижують GPC і SV, в той час як дефіцит ґрунтової вологи, особливо на заключних стадіях онтогенезу, як і додаткове внесення азотних добрив, ведуть до накопичення GPC. Різко посушливі умови сприяють формуванню більш міцної клейковини, зрошення ж в більшості випадків її послаблює [14; 54]. Проте, при високих коефіцієнтах H^2 вплив паратипової компоненти зменшується. Наприклад, якщо високий рівень вмісту білка і клейковини жорстко контролюється генотипом, то він зберігається і при варіюванні умов середовища [43].

Для успіху в цьому напрямку важливо також визначати рівень трансгресивної мінливості, яка взагалі притаманна дослідженим показникам якості [2; 4; 33; 36; 39; 40; 45; 46; 48; 51], оскільки відомо, що коефіцієнт спадкоємності та частота позитивних трансгресій корелюють з виходом константних крупнозерних, високобілкових форм пізніх поколінь.

Висновки. Таким чином, шляхом міжвидової гібридизації створені лінії з генетичним матеріалом від AD (*T. dicoccum* / *Ae. tauschii*), які мали найбільш високі показники седиментації, вмісту клейковини і білка мали лінії з генетичним матеріалом). Виділені донори передано в колекційний розсадник відділу селекції і насінництва пшениці для використання у селекційному процесі. Лінії можуть

служити матеріалом для визначення локусів кількісних ознак та використуватися в селекційному процесі при створенні високоякісних генотипів пшениці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Wang L., Ge H., Hao C., Dong Y., Zhang X., Identifying loci influencing 1,000-kernel weight in wheat by microsatellite screening for evidence of selection during breeding. *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7. № 2. e29432. P. 1–10. DOI: doi.org/10.1371/journal.pone.0029432.
2. Brinton J., Simmonds J., Minter F., Leverington-Waite M., Snape J., Uauy C. Increased pericarp cell length underlies a major quantitative trait locus for grain weight in hexaploid wheat. *New Phytol.* 2017. Vol. 215. № 3. P. 1026–1038. DOI: doi.org/10.1111/nph.14624.
3. Моцний І.І., Литвиненко М.А., Молодченкова О.О., Соколов В.М., Файт В.І. Сечняк В.Ю. Створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої із застосуванням міжвидових схрещувань для селекції на підвищений вміст білка. *Цитологія і генетика*. 2019. № 53 (2). С. 21–33. DOI: doi.org/10.3103/S0095452719020075
4. Kumari S., Jaiswal V., Mishra V.K., Paliwal R., Balyan H.S., Gupta P.K. QTL mapping for some grain traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Physiol. Mol. Biol. Pl.* 2018. Vol. 24. № 5. P. 909–920. DOI: doi.org/10.1007/s12298-018-0552-1
5. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Хоменко Т. М. Особливості створення та ідентифікації екстрасильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. № 14 (1). P. 66–74. DOI: doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126511
6. Рибалка О.І., Червоніс М.В., Топораш І.Г., Сурженко І.О., Боделан О.П., Щербина З.В. Наукове обґрунтування розробки нових методів оцінки хлібопекарської якості борошна пшениці. *Хранение и переработка зерна*. 2006. № 1 (79). С. 43–48.
7. Литвиненко М.А., Топал М.М. Ефекти пшенично – житніх транслокацій 1A1/1RS і 1BL/1RS на якість зерна у сортів пшениці м'якої озимої. *ScienceRise*. 2015. № 3/1 (8). С. 82–88.
8. Рибалка О.І. Чи справді пшениця є деструктивним харчовим продуктом? *Физиология растений и генетика*. 2017. Т. 49. № 3. С. 188–210.
9. Balyan, H.S., Gupta, P.K., Kumar, S., Dhariwal, R., Jaiswal, V., Tyagi, S., Agarwal, P., Gahlaut, V. and Kumari, S., Genetic improvement of grain protein content and other health-related constituents of wheat grain. *Plant Breeding*. 2013. Vol. 132. P. 446–457. DOI: doi.org/10.1111/pbr.12047
10. Laidig F., Piephom H.P., Rentel D., Drobek T., Meyer U., Huesken A. Breeding progress, environmental variation and correlation of winter wheat yield and quality traits in German official variety trials and on-farm during 1983–2014. *Theor. Appl. Genet.* 2017. Vol. 130. № 1. P. 223–245. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-016-2810-3>.
11. Lundström M., Leino M.W., Hagenblad J. Evolutionary history of the NAM B1 gene in wild and domesticated tetraploid wheat. *BMC Genetics*. 2017. Vol. 18. № 1 (118). P. 1–10. DOI: doi.org/10.1186/s12863-017-0566-7.
12. Kunert A., Naz A.A., Dedek O., Pillen K., Leon J. AB-QTL analysis in winter wheat: I. Synthetic hexaploid wheat (*T. turgidum* ssp. *dicoccoides* × *T. tauschii*) as a source of favourable alleles for milling and baking quality traits. *Theor. Appl. Genet.* 2007. Vol. 115. № 5. P. 683–695. DOI: doi.org/10.1007/s00122-007-0600-7.
13. Похилько С.Ю., Швартау В.В., Починок В.М., Михальська Л.М., Дуган О.М., Моргун Б.В. Комплексний аналіз вмісту загального білка в зерні м'якої пшениці, яка містить ген GPC-B1 від *Triticum turgidum* ssp. *Dicoccoides*. *Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2017. Т. 15. № 1. С. 52–57.

14. Distelfeld A., Cakmak I., Peleg Z., Ozturk L., Yazici A.M., Budak H., Saranga Y., Fahima T. Multiple QTL-effects of wheat Gpc-B1 locus on grain protein and micronutrient concentrations. *Physiol. Plantarum*. 2007. № 129. P. 635–643.
15. Kuchel H., Langridgy P., Mosionek L., Williams K., Jefferies, S.P. The genetic control of milling yield, dough rheology and baking quality of wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2006. Vol. 112. № 8. P. 1487–1495. DOI: doi.org/10.1007/s00122-006-0252-z
16. Blanco A., Bellomo M.P., Lotti C., Maniglio T., Pasqualone A., Simeone R., Troccoli A., Di Fonzo N. Genetic mapping of sedimentation volume across environments using recombinant inbred lines of durum wheat. *Plant Breed.* 1998. Vol. 117. № 5. P. 413–417. DOI: doi.org/10.1111/j.1439-0523.1998.tb01965.x
17. Jolánkai M., Kassai K.M., Tarnawa A., Pósa B., Birkás M. Impact of precipitation and temperature on the grain and protein yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Quarterly J. Hung. Meteorol. Serv.* 2018. Vol. 122. № 1. P. 31–40. DOI: doi.org/10.28974/idojaras.2018.1.3.
18. Герасименко В.П. Оцінка взаємодії генетичних факторів з екологічними умовами дев'яти сортів тритикале з використанням дисперсійного та кореляційного методів аналізу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2004. Вип. 26. № 2. С. 161–166.
19. ДСТУ 4117:2007 Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. *Держспоживстандарт України*. 2007. С. 8.
20. Zahra, Noreen, et al. Impact of climate change on wheat grain composition and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023. № 103 (6). P. 2745–2751.
21. Kjeldahl, J., Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern (New method for the determination of nitrogen in organic substances). *Zeitschrift für analytische Chemie*. 1983. Vol. 22. № 1. P. 366–383.
22. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості / М.О. Кіндрок та ін. *Держспоживстандарт України*. Київ, 2003. С. 17–18.
23. Литвиненко М.А., Голуб Є.А. Ефективність методу седиментації SDS-30 в селекції пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) за хлібопекарськими властивостями. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. Одеса, 2017. Вип. 29 (69). С. 6–17.
24. Piepho H.-P., Mohring J. Computing heritability and selection response from unbalanced plant breeding trials. *Genetics*. 2007. Vol. 177. № 3. P. 1881–1888. DOI: doi.org/10.1534/genetics.107.074229
25. Mitchell B.L., Thorp J.G., Evans D.M., Nyholt D.R., Martin N.G., Lupton M.K. Exploring the genetic relationship between hearing impairment and Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*. 2020 № 12 (1), e12108.
26. Gen M. Mitsuo, Lin Lin. Genetic algorithms and their applications. *Springer handbook of engineering statistics*. London : Springer London, 2023. P 635–674.
27. Dabi A., Mekbib F., Desalegn T. Genetic variability studies on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Int. J. Livestock Production*. 2019. Vol. 11. № 2. P. 41–54. DOI: doi.org/10.5897/JPBCS2016.0600.
28. Robinson H.F., Comstock R.E., Harvey P.H. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agron. J.* 1951. Vol. 43. № 6. P. 282–287.
29. Simons K., Anderson J.A., Mergoum M., Faris J.D., Klindworth D.L., Xu S.S., Sneller C., Ohm J.-B., Hareland G.A., Edwards M.C., Chao. Sh. Genetic mapping analysis of bread-making quality traits in spring wheat. *Crop Sci.* 2012. Vol. 52. № 5. P. 2182–2197. DOI: doi.org/10.2135/cropsci2012.03.0175.
30. Моцний І.І., Леонов О.Ю. Взаємодія генотип x середовище у інтрогресивних гібридів озимої пшениці, похідних Ae. Tauschi. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. Одеса, 2009. Вип. 14 (54). С. 89–98.

31. Bennett D., Izanloo A., Reynolds M., Kuchel H., Langridge P., Schnurbusch T. Genetic dissection of grain yield and physical grain quality in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under water-limited environments. *Theor. Appl. Genet.* 2012. Vol. 125. № 2. P. 255–271. DOI: doi.org/10.1007/s00122-012-1831-9.
32. Li F., Wen W., He Z., Liu J., Jin H., Cao S., Geng H., Yan J., Zhang P., Wan Y., Xia X. Genome-wide linkage mapping of yield-related traits in three Chinese bread wheat populations using high-density SNP markers. *Theor. Appl. Genet.* 2018. Vol. 131. № 9. P. 1903–1924. DOI: doi.org/10.1007/s00122-018-3122-6.
33. Din I., Munsif F., Shah I.A., Khan H., Khan F.U., Ibrarullah Uddin S., Islam T. Genetic variability and heritability for yield and yield associated traits of wheat genotypes in Nowshera valley. *Pakistan J. Agr. Res.*, 2018. Vol. 31. № 3. P. 216–222. DOI: doi.org/10.17582/journal.pjar/2018/31.3.216.222.
34. Guan P., Lu L., Jia L., Kabir M.R., Zhang J., Lan T., Zhao Y., Xin M., Hu Z., Yao Y., Ni Z., Sun Q., Peng H. Global QTL Analysis identifies genomic regions on chromosomes 4A and 4B harboring stable loci for yield-related traits across different environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 9. Art. 529. P. 1–18. DOI: doi.org/10.3389/fpls.2018.00529.
35. Chai L., Chen Z., Bian R., Zhai H., Cheng X., Peng H., Yao Y., Hu Z., Xin M., Guo W., Sun Q., Zhao A., Ni Z. Dissection of two quantitative trait loci with pleiotropic effects on plant height and spike length linked in coupling phase on the short arm of chromosome 2D of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2018. Vol. 131. № 12. P. 2621–2637. DOI: doi.org/10.1007/s00122-018-3177-4.
36. Su Q., Zhang X., Zhang W., Zhang N., Song L., Liu L., Xue X., Liu G., Liu J., Meng D., Zhi L., Ji J., Zhao X., Yang C., Tong Y., Liu Z., Li J. QTL detection for kernel size and weight in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using a high-density SNP and SSR-based linkage map. *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 9. Art. 1484. P. 1–13. DOI: doi.org/10.3389/fpls.2018.01484.
37. Li T., Liu H., Mai Ch., Yu G., Li H., Meng L., Jian D., Yang L., Zhou Y., Zhang H., Li H. Variation in allelic frequencies at loci associated with kernel weight and their effects on kernel weight-related traits in winter wheat. *Crop J.* 2018. № 8. P. 1–8. DOI: doi.org/10.1016/j.cj.2018.08.002.
38. Kristensen P.S., Jahoor A., Andersen J.R., Cericola F., Orabi J., Janss L., Jensen J. Genome-wide association studies and comparison of models and cross-validation strategies for genomic prediction of quality traits in advanced winter wheat breeding lines. *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 9. Art. 69. P. 1–15. DOI: doi.org/10.3389/FPLS.2018.00069.
39. Zhai H., Feng Z., Du X., Song Y., Liu X., Qi Z., Song L., Li J., Li L., Peng H., Hu Z., Yao Y., Xin M., Xiao S., Sun Q., Ni Z. A novel allele of Ta GW2-A1 is located in a finely mapped QTL that increases grain weight but decreases grain number in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2018. Vol. 131. № 3. P. 539–553. DOI: doi.org/10.1007/s00122-017-3017-y.
40. Blanco A., Mangini G., Giancaspro A., Giove S., Colasuonno P., Simeone R., Signorile A., De Vita P. Mastrangelo A.M., Cattivelli L. Gadaleta A. Relationships between grain protein content and grain yield components through quantitative trait locus analyses in a recombinant inbred line population derived from two elite durum wheat cultivars. *Mol. Breed.* 2012. Vol. 30. № 1. P. 79–92. DOI: doi.org/10.1007/s11032-011-9600-z.
41. Groos C., Robert N., Bervas, E., Charmet G. Genetic analysis of grain protein content, grain yield and thousand-kernel weight in bread wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2003. Vol. 106. № 6. P. 1032–1040. DOI: doi.org/10.1007/s00122-002-1111-1.
42. Guan P., Di N., Mu Q., Shen X., Wang Y., Wang X., Yu K., Song W., Chen Y., Xin M., Hu Z., Guo W., Yao Y., Ni Z., Sun Q., Peng H. Use of nearisogenic lines to precisely map and validate a major QTL for grain weight on chromosome 4AL in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2019. P. 1–13. DOI: doi.org/10.1007/s00122-019-03359-4.

43. Волкова Н.Е. Сучасний стан геноміки та біохімії сільськогосподарських рослин. *Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин* : матеріали Міжнародної наукової конференції (12 вересня 2017 р., м. Одеса, Україна). *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2017. № 15 (2). С. 229–232.
44. Cox T.S., Sears R.G., Bequette R.K., Martin, T.J. Germplasm enhancement in winter wheat. *Triticum tauschii* backcross populations. *Crop Sci.* 1995. Vol. 35. № 3. P. 913–919. DOI: doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X0035000300 47x
45. Terasawa Y., Ito M., Tabiki T., Nagasawa K., Hatta K., Nishio Z. Mapping of major QTL associated with protein content on chromosome 2B in hard red winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Breed. Sci.* 2016. Vol. 66. № 4. P. 471–480. DOI: doi.org/10.1270/jsbbs.16026.
46. Sun X., Wu K., Zhao Y., Qian Z., Kong F., Guo Y., Wang Y., Li S. Molecular genetic analysis of grain protein content and flour whiteness degree using RILs in common wheat. *J. Genet.* 2016. Vol. 95. № 2. P. 317–324.
47. Bilgin O., Korkut K.Z., Baser I., Daglioglu O., Ozturk I., Kahraman T., Balkan A. Variation and heritability for some semolina characteristics and grain yield and their relations in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *World J. Agricult. Sci.* 2010. Vol. 6. № 3. P. 301–308.
48. Blanco A., Pasqualone A., Troccoli A., Di Fonzo N., Simeone R. Detection of grain protein content QTLs across environments in tetraploid wheats. *Plant Mol. Biol.* 2002. Vol. 48. № 5–6. P. 615–623.
49. Nelson J.C., Andreescu C., Breseghello F., Finney P.L., Gualberto D.G., Bergman C.J., Pena R.J., Perretant M.R., Leroy P., Qualset C.O., Sorrells M.E. Quantitative trait locus analysis of wheat quality traits. *Euphytica*. 2006. Vol. 149. № 1. P. 145–159. DOI: doi.org/10.1007/s10681-005-9062-7.
50. Kumar J., Jaiswal V., Kumar A., Mirand R.R., Kumar S., Dhariwal R., Balyan H.S., Gupta P. Introgression of a major gene for high grain protein content in some Indian bread wheat cultivars. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 123. № 3. P. 226–233. DOI: doi.org/10.1016/j.fcr.2011.05.013.
51. Kerfal S., Giraldo P., Rodríguez-Quijano M., Vázquez J.F., Adams K., Lukow O.M., Roder M.S., Somers D.J., Carrillo J.M. Mapping quantitative trait loci (QTLs) associated with dough quality in a soft × hard bread wheat progeny. *J. Cereal Sci.* 2010. Vol. 52. № 1. P. 46–52. DOI: doi.org/10.1016/j.jcs.2010.03.001.
52. Kuchel H., Williams K.J., Langridge P., Eagles H.A., Jefferies S.P. Genetic dissection of grain yield in bread wheat: I. QTL analysis. *Theor. Appl. Genet.* 2007. Vol. 115. № 8. P. 1029–1041. DOI: doi.org/10.1007/s00122-007-0629-7.
53. Li J., Wei H.T., Hu X.R., Li Ch.S., Tang Y.L., Liu D., Yang W.Y. Identification of a high-yield introgression locus in Chuanmai 42 inherited from synthetic hexaploid wheat. *Acta Agronomica Sinica*. 2011. Vol. 37. № 2. P. 255–261.
54. Tausz M., Norton R.M., Tausz-Posch S., Low M., Seneweera S., O’Leary G., Armstrong R., Fitzgerald G.J. Can additional N fertiliser ameliorate the elevated CO₂-induced depression in grain and tissue N concentrations of wheat on a high soil N background. *J. Agro. Crop Sci.* 2017. Vol. 203. № 6. P. 574–583. DOI: doi.org/10.1111/jac.12209.
55. Elbasyoni I.S., Morsy S.M., Ramamurthy R.K., Nassar A.M. Identification of genomic regions contributing to protein accumulation in wheat under wellwatered and water deficit growth conditions plants. *Plants*. 2018. Vol. 7. № 56. P. 1–15. DOI: doi.org/10.3390/plants7030056.
-

УДК 631.526.3:633.8(477.41/.42)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.19>

ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН ТА ВРОЖАЙНІСТЬ РОМАШКИ ЛІКАРСЬКОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Назарчук О.П. – аспірант кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет

Ромашка лікарська як і кожна культурна рослина має певні свої потреби та вимоги до підбору ґрунту і його підготовки, тобто обробітку. Для реалізації біологічного потенціалу та отримання максимальної врожайності даної лікарської культури необхідно розробити високоякісну механізовану технологію вирощування, з врахуванням агрокліматичних потреб і вимог для ефективного росту та проходження вегетації рослини.

Метою наших досліджень було випробувати основні способи обробітку ґрунту та встановити залежність і вплив їх на біометричні показники рослин ромашки лікарської. У ході досліджень вивчалися такі основні види обробітку ґрунту: звичайний полицевий на глибину 20–22 см, мілкий безполицевий на 10–12 см і глибокий безполицевий на 32–34 см.

Результати наших досліджень показали, що за осіннього строку сівби з використанням звичайного безполицевого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см забезпечуються найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Найкращим був варіант досліду за осіннього строку сівби з використанням сорту Перлина Лісостепу та звичайний полицевий обробіток ґрунту, де було отримано висоту рослин 69,7 см, кількість суцвіть 14 шт./рослину, кількість пагонів 14 шт./рослину та листків 53 шт./рослину з максимально отриманим показником врожайності сухих суцвіть – 0,55 т/га. Врожайність лікарської сировини сорту Бодегольд становила 0,50 т/га, сорту Златий Лан – 0,53 т/га. Виявлено, що врожайність ромашки та вміст біологічно активних речовин у ній залежать від генетичних особливостей сорту, способів обробітку ґрунту та строків сівби. Вміст ефірної у суцвіттях ромашки лікарської сорту Перлина Лісостепу за осіннього строку сівби та звичайного полицевого обробітку становив 4,54 мл/кг, у рослин сорту Бодегольд – 3,69 мл/кг, у рослин сорту Златий Лан – 5,0 мл/кг.

Ключові слова: обробіток ґрунту, біометричні показники, технологія вирощування, врожайність, біологічний потенціал рослин, ефірна олія.

Nazarchuk O.P. The influence of basic soil tillage on the formation of plant biometric parameters and yield of chamomile in Polissya of Ukraine

Chamomile, like every cultivated plant, has certain needs and requirements for soil selection and preparation, i.e. cultivation. To realize the biological potential and maximize the yield of this medicinal crop, it is necessary to develop a high-quality mechanized cultivation technology, taking into account the agroclimatic needs and requirements for efficient growth and vegetation of the plant.

The purpose of our research was to test the main methods of soil cultivation and to establish their dependence and influence on the biometric parameters of chamomile plants. The following main types of tillage were studied in the course of the research: conventional moldboard tillage to a depth of 20–22 cm, shallow moldboardless tillage to a depth of 10–12 cm, and deep moldboardless tillage to a depth of 32–34 cm.

The results of our research have shown that the most favorable conditions for plant growth and development are provided during the autumn sowing season using conventional moldboardless tillage to a depth of 20–22 cm. The best was the variant of the experiment during the autumn sowing period using the variety *Perlyna Lisostepu* and conventional shelf tillage, where the plant height was 69.7 cm, the number of inflorescences was 14 pcs./plant, the number of shoots was 14 pcs./plant and leaves was 53 pcs./plant with the maximum yield of dry inflorescences – 0.55 t/ha. The yield of medicinal raw materials of the *Bodegold* variety was 0.50 t/ha, and of the *Zlatyi Lan* variety – 0.53 t/ha. It was found that the yield of chamomile and the content of biologically active substances in it depend on the genetic characteristics of the variety, soil cultivation methods, and sowing time. The content of essential oil in the inflorescences of chamomile of the medicinal variety *Perlyna Lisostepu* during the autumn sowing period and conventional shelf cultivation was 4.54 ml/kg, in plants of the *Bodegold* variety – 3.69 ml/kg, in plants of the *Zlatyi Lan* variety – 5.0 ml/kg.

Key words: soil cultivation, biometric indicators, cultivation technology, yield, biological potential of plants, essential oil.

Постановка проблеми. У сучасних умовах вирощування лікарських культур максимально реалізувати біологічний потенціал рослини можливо лише за умов забезпечення всіх основних потреб рослин. Відомо, що на врожайність істотно впливає середовище вирощування: тип ґрунту, кількість опадів, температура впродовж вегетаційного періоду, рівень ураження рослин шкідниками та хворобами [1].

Вирощування лікарських рослин в Україні є вкрай актуальним питанням і водночас має зацікавлення серед аграрних виробників. Адже попит на лікарську сировину зростає, а ринок експорту лікарської рослинної сировини може зрости у 2023 році до \$25–30 млн. Сьогодні ж обсяг трав'яного експорту з України у 7 разів менший, ніж, наприклад, з Польщі. Нині існує велика кількість інвестицій, спрямованих на розробку та виготовлення нових сучасних лікарських засобів. Для отримання якісної лікарської рослинної сировини затрачається значна кількість ресурсів, а тому є доцільним вивчення та дослідження рентабельності вирощування даної культури [2].

Важливим елементом системи землеробства є система обробітку ґрунту. Під значенням обробітку ґрунту розуміють механічну дію на ґрунт робочими органами машин з метою створення оптимальної будови ґрунту і необхідних умов для рослин. При цьому прискорюються або сповільнюються процеси синтезу чи розкладання органічної речовини ґрунту, а також регулюється водний і повітряний режим орного шару. Обробіток ґрунту тоді ефективний, коли глибина, способи і проведення його здійснюється в науково обґрунтованій послідовності та тісній взаємодії з усіма ланками системи землеробства. Значення механічного обробітку ґрунту зумовлене дією на всі його властивості та наявністю у ньому земних факторів життя, які визначають родючість. Недотримання правил проведення обробітку ґрунту завдає значної шкоди, знижуючи родючість та врожайність рослин [3; 4].

Одним із головних завдань обробітку ґрунту є утримання вологи у вільному доступі до культури. Механічний склад ґрунту та рівень гумусу може забезпечити дане явище залежно від його типу. Чим більший відсоток глини, тим більше вологи може утримати ґрунт до моменту фільтрації її в глибші шари, але і рівень недоступної вологи для рослин (точка в'янення) теж вищий. Чим вищий вміст гумусу, тим більше вологи може накопичуватись в ґрунті. Але торфво-болотні ґрунти з дуже високим рівнем гумусу мають високий поріг недоступної вологи для рослин. Оптимальна щільність ґрунту 1–1,2 г/см³. Однак кожен тип ґрунту має свій механічний склад і природну щільність. Чим більша різниця між природною щільністю й оптимальною, тим вища інтенсивність впливу на неї обробітку ґрунту [5].

Для удосконалення технології, здійснюється розробка різних методів і заходів культивування ромашки лікарської. Також ще однією з проблем сьогодення при вирощуванні не лише лікарських, а й всіх польових культур є суттєва зміна клімату. Вплив потепління є наслідком зміни в урожайності, а тому необхідно використовувати всі методи вирощування для пристосування рослин без жодних суттєвих змін у вегетації культури.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивчення агротехніки вирощування ромашки лікарської свідчить, що формування надземної маси рослин, її продуктивність і розвиток кореневої системи напряму залежить від підготовки насіннєвого ложе. Розвинена коренева система рослин сприяє більш ефективному використанню вологи та поживних речовин із ґрунту. Одна з основних проблем, а саме роль основного способу обробітку ґрунту на формування біометричних

показників надземної маси ромашки лікарської і її продуктивності потребують подальших досліджень агротехніки вирощування ромашки лікарської. Дослідження на дослідних ділянках Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України з *M. Recutita* показали, що ефективність вирощування ромашки лікарської значною мірою залежить від удосконалення елементів агротехнологій. Максимальну здатність пригнічувати розвиток бур'янів та формувати значну кількість суцвіть для подальшого врожаю *M. Recutita* виявляє в широкорядних посівах з нормою висіву насіння 4 г/м² і внесенням восени компостованого перегною з розрахунку 10 т/га та золи. Потім висівали сидерати, які навесні заорювали в ґрунт. На цих же ділянках проводили весняний та озимий посів ромашки. Протягом вегетації ромашки жодних заходів боротьби з бур'янами не проводили [6].

У компанії ТОВ «Шльосем Україна», яка займається вирощуванням лікарських рослин розроблена і представлена власна технологія з підготовки ґрунту до посіву. Це лушення стерні восени, оранка, а якщо це трав'яні посіви – глибоке дискування, оскільки ґрунт повинен бути вирівняний або культивований на глибину не менше 20 см. Досить часто господарства, що вирощують лікарські культури, зазнають збитків через посуху, адже рослини гинуть від нестачі вологи. Дуже важливий агрозахід при цьому – розпушування на глибину не менше 30–35 см, щоби максимально зруйнувати плужну підшову. Саме навесні, коли немає дощу, рослина сходить і починає підсихати. Провівши глибоке розпушування хоч би з періодичністю раз на три роки, особливо в південних регіонах України, ефективність цього агрозаходу відчувається вже в перший рік. Що стосується осіннього терміну сівби, тут періодичність наступна – лушення стерні попередника, внесення мінеральних добрив з подальшою оранкою на глибину 22–25 см, одна або дві суцільні культивації ґрунту. Весняна підготовка ґрунту (перший рік вирощування): боронування ґрунту у два сліди, внесення гербіцидів, передпосівна культивація, прикочування ґрунту, посів, міжрядні обробки ґрунту (2–3) [7].

Професор Якубенко Б.Є. в одній із своїх праць відмічає, що високий рівень агротехніки вирощування лікарських рослин повинен складатися з обов'язкового лушення після збирання попередника дисковим лушильником у два сліди на глибину 6–8 та 8–10 см. Перед сівбою проводити суцільну культивацію ґрунту на глибину 2–3 см та боронування. Сіяти на глибину 2–3 см з оптимальною нормою висіву та до і після сівби прикочувати ґрунт [8].

Бахмат М.І., Падалко Т.О. у своїх дослідженнях вивчали формування біометричних показників рослин ромашки лікарської з використанням компонентів агротехніки. Вивчались кращі попередники для *Chamomilla recutita* такі як чистий або зайнятий пар, зернові колосові або зернобобові культури. Основний обробіток передбачав оранку з обертанням пласта на глибину орного шару або безплужний обробіток ґрунту дисковими знаряддями. Передпосівний обробіток охоплює культивування, вирівнювання, боронування та коткування ґрунту, яке в низці випадків проводять зразу ж після сівби [9].

Згідно вище наведеного є доцільність детальніше розглянути та обговорити питання щодо особливостей вирощування даної культури та вивчення ролі основного обробітку на формування біометричних показників.

Постановка завдання. Дослідження щодо вивчення питання впливу та ролі основного обробітку ґрунту на подальший врожай проводили впродовж 2020–2022 рр. на базі господарства ТОВ «КСАНТ-2» Житомирської області, Малинського району. Ґрунти дослідних ділянок дерново-підзолисті супіщані з умістом гумусу 1,27%, рН сольове – 6,0. Наукові дослідження проводились

згідно наступної схеми польового досліду, на основі якої вивчалось формування біометричних показників ромашки лікарської залежно від сортових особливостей (Перлина Лісостепу, Бодегольд і Златий Лан), строків сівби (осінній і весняний) та способів обробітку ґрунту (звичайний полицевий на глибину 20–22 см (контроль), мілкий безполицевий на 10–12 см, глибокий безполицевий на 32–34 см). Дослідження виконували згідно методики проведення польових дослідів з вивчення основних прийомів вирощування сільськогосподарських культур. Облікова площа дослідної ділянки 50 м², повторність триразова.

Спостереження, біометричні аналізи та обліки проводили відповідно до загальноприйнятих методик. За результатами досліджень визначено середньорічну урожайність сухих суцвіть (т), висоту рослин (см), кількість суцвіть, пагонів та листків (шт./рослину).

Метою досліджень було встановити вплив способів основного обробітку ґрунту на формування біометричних показників, урожайність та якість суцвіть ромашки лікарської у зоні Полісся України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Індивідуальна оцінка рослин ромашки лікарської як і інших культур є результативним показником, який досягається шляхом ефективності використання ґрунтово-кліматичного потенціалу та застосування технологічних заходів вирощування [1; 10].

У результаті проведених досліджень встановлено, як способи обробітку ґрунту та строки сівби впливають на реалізацію біометричного потенціалу сортів ромашки лікарської. За осінньої сівби створюються сприятливіші умови для розвитку рослин та їхньої кореневої системи, завдяки чому вони мають можливість максимально використати поживні ресурси середовища. А за весняного періоду забезпечується вищий відсоток збереженості рослин у посіві ромашки.

Основним біометричним показником, який відповідає за продуктивність, слід вважати суцвіття, але для отримання якісних частин рослини дуже важливо не тільки вчасно посіяти, а й якісно підготувати посівне ложе. За роки досліджень виявлено значну залежність у розвитку кореневої системи від глибини та способу обробітку ґрунту. Продуктивність рослин визначається кількістю суцвіть на рослині, а для їх утворення у великій кількості необхідно створити рослинам найкращі умови для росту і розвитку на початкових стадіях, тобто щоб рослина змогла сформувати здорову кореневу систему, від якої залежить необхідне забезпечення рослин поживними речовинами та вологою.

Здорова розвинута коренева система ромашки лікарської досягає до 20 см в довжину та має різну форму залежно від обробіток ґрунту. Найбільше кореневих волосків відростає при запровадженні полицевого обробітку на глибину 20–22 см та за глибокого безполицевого обробітку на глибину 32–34 см, при цьому спостерігається потужний ріст головного кореня та менша кількість кореневих волосків. При запровадженні мілкового безполицевого обробітку на глибину 10–12 см, вся маса кореневих відростків знаходиться на одному рівні і не має значного росту в глибину (рис. 1).

Формування біометричних показників ромашки значною мірою залежало від утворення кореневої системи і представлено в таблиці 1.

Дотримання всіх основних технологічних агроприймів вирощування забезпечує високий врожай суцвіть ромашки лікарської. Показники продуктивності і біометрії різних сортів ромашки лікарської – висота рослин, кількість суцвіть, пагонів та листків на одній рослині визначають оптимальне застосування технології вирощування для розкриття максимального потенціалу культури [11].



Рис. 1. Формування кореневої системи ромашки лікарської сорту Перлина Лісостепу залежно від глибини обробітку ґрунту та осіннього строку сівби

Сорт, строк сівби та спосіб обробітку ґрунту має різну тенденцію щодо формування надземної маси або біометричних показників. Останні, у свою чергу, різняться між собою по-різному, адже потенціал рослини закладено на генетичному рівні у самому сорті. Так, за осіннього строку сівби з використанням сорту Перлина Лісостепу висота рослин у середньому коливалася в межах 26,7–69,7 см, відповідно загальна кількість пагонів на цих варіантах становила в межах 7–14 шт./рослину, кількість суцвіть 8–14 шт./ рослину, а врожайність сухих суцвіть 0,39–0,55 т/га.

Таблиця 1

Біометричні показники ромашки лікарської залежно від способів основного обробітку ґрунту, середнє за 2020–2022 рр.

Сорт	Обробіток ґрунту	Висота травостою, см	Кількість, шт./рослину			Урожайність сухої маси, т/га
			суцвіть	пагонів	листіків	
1	2	3	4	5	6	7
Перлина Лісостепу	Осінній строк сівби					
	звичайний полицевий	69,8	14	14	53	0,55
	мілкий безполицевий	26,7	8	7	41	0,39
	глибокий безполицевий	67,8	13	11	46	0,51
	Весняний строк сівби					
	звичайний полицевий	56,8	12	11	49	0,52
	мілкий безполицевий	24,7	7	7	44	0,38
	глибокий безполицевий	59,2	11	10	46	0,48
Бодетольд	Осінній строк сівби					
	звичайний полицевий	61,9	12	8	46	0,50
	мілкий безполицевий	25,8	6	5	42	0,37
	глибокий безполицевий	58,4	11	11	44	0,47
	Весняний строк сівби					
	звичайний полицевий	58,0	11	7	47	0,48
	мілкий безполицевий	23,8	6	6	42	0,37
	глибокий безполицевий	55,0	11	9	43	0,45

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Златий Лан	Осінній строк сівби					
	звичайний полицевий	57,5	11	12	49	0,53
	мілкий безполицевий	25,2	8	7	42	0,36
	глибокий безполицевий	56,1	11	10	45	0,49
	Весняний строк сівби					
	звичайний полицевий	57,1	13	12	46	0,50
	мілкий безполицевий	24,4	7	5	43	0,37
	глибокий безполицевий	57,1	13	9	45	0,47
	НІР ₀₅		7,4	3,7	2,1	2,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За весняного строку сівби з використанням сорту Перлина Лісостепу висота рослин у середньому коливалася в межах 24,7–59,0 см, загальна кількість пагонів становила 7–11 шт./рослину, кількість суцвіть 7–12 шт./рослину, а врожайність сухих суцвіть 0,38–0,52 т/га.

Урожайність сухих суцвіть ромашки лікарської різних сортів коливається залежно від способів обробітку ґрунту та строків сівби в межах від 0,36 до 0,55 т/га. Вміст ефірної олії у суцвіттях становить від 2,7 до 5,0 мл/кг. У сорту Перлина Лісостепу вміст ефірної олії становив 2,90–4,54 мл/кг, у рослин сорту Бодегольд – 2,73–3,69 мл/кг, у рослин сорту Златий Лан – 2,7–5,0 мл/кг.

Також спостерігається деяка залежність обробіток та біометричних показників, тобто за звичайного полицевого обробітку на глибину 20–22 см отримано максимальні показники з використанням всіх досліджуваних сортів, а це пояснюється тим, що обробіток ґрунту допомагає розкрити високий потенціал урожайності рослин та забезпечити здоровий ріст і розвиток культури.

У зв'язку з цим за отриманих значень продуктивності ромашки лікарської ми можемо обрати найкращі варіанти технологічних заходів вирощування, які за певних ґрунтово-кліматичних умов допоможуть досягти максимального рівня врожайності та якості суцвіть ромашки лікарської.

Висновки. Результати наших досліджень показали, що за осіннього строку сівби з використанням звичайного полицевого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см, забезпечуються найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Найкращі біометричні показники були у рослин сорту Перлина Лісостепу на фоні звичайного полицевого обробітку ґрунту, де висота рослин становила 69,7 см, було отримано кількість суцвіть 14 шт./рослину, кількість пагонів 14 шт./рослину та листків 53 шт./рослину з максимально отриманим показником врожайності сухих суцвіть – 0,55 т/га. Вміст ефірної олії при цьому становив 4,54 мл/кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Князюк О. В., Крешун Р. А. Вплив строків сівби та ширини міжрядь на формування продуктивності рослин ромашки лікарської (*Matricaria Chamomilla* L.). *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 107–110.

2. Прогноз: Ринок експорту лікарських трав у 2023 році зросте до \$25–30 млн. *AgroPortal*. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/prognoz-rynok-eksporta-lekarstvennykh-trav-v-2023-godu-vyrastet-do-2530-mln> (дата звернення: 17.08.2023).

3. Кунах В. Л. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ : Лотос, 2005. 730 с.
4. Адаптивні системи землеробства : підручник / В. П. Гудзь та ін. Київ : Центр учбової л-ри, 2007. 334 с.
5. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві : навч. посіб. / І. Д. Примак та ін. Біла Церква : Білоцерк. держ. аграр. ун-т, 2002. 320 с.
6. Продуктивність ромашки лікарської *Matricaria recutita* L. в залежності від технології вирощування та забур'яненості посівів / С. О. Четверня, Н. І. Джуренко, О. П. Паламарчук, В. П. Грахов. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2012. № 33. С. 81–85.
7. Губаньов О. Лікарські рослини: від агрономії до застосування. *Agroprofi*. URL: <http://www.agroprofi.com.ua/statti/1883-likarski-roslyny-vid-ahronomiyi-do-zastosuvannya> (дата звернення: 17.08.2023).
8. Лікарські рослини: технологія вирощування та використання / Б. Є. Якубенко, В. Г. Біленко, Я. О. Лікар, В. І. Лушпа ; за ред. Б. Є. Якубенка. Київ : Ліра-К, 2020. 598 с.
9. Падалко Т. О., Бахмат М. І. Біометричні показники рослин ромашки лікарської залежно від строку сівби і норм висіву в умовах Правобережного Лісостепу. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2018. № 101. С. 3–9.
10. Єременко О. А., Онищенко О. В. Динаміка змін біометричних показників рослин соняшнику залежно від основного обробітку ґрунту та регулятора росту в умовах Південного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020 № 4. С. 93–103. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.11>.
11. Лікарське рослинництво : навч. посіб. / М. І. Бахмат, О. В. Кващук, В. Я. Хоміна, В. М. Комарницький. Кам'янець-Подільський : Медобори–2006, 2011. 256 с.

УДК 633.15:633.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.20>

ТРИВАЛІСТЬ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ І ФОРМ ВНЕСЕННЯ АЗОТНИХ ДОБРИВ

Наумов Є.О. – аспірант кафедри селекції та насінництва,
Сумський національний аграрний університет

У статті наведено результати трирічних (2019–2021 рр.) досліджень із вивчення впливу норм і форм внесення мінерального азоту на тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Польові дослідження проводилися на полях Писарівського відділення Сумського регіонального управління СТОВ «Дружба-Нова» Сумської області.

Схема досліді передбачала вивчення дії і взаємодії трьох факторів: фактор А – гібриди кукурудзи різних груп стиглості; фактор В – норми внесення добрив; фактор С – форми азотних добрив. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи від фази сходів до настання фізіологічної стиглості (VE-R6) залежала від біологічних особливостей досліджуваних гібридів та норм внесення азотних добрив. Форми мінерального азоту майже не впливали на час вегетації рослин.

Так, залежно від норми внесення мінерального азоту, у гібриду ДКС 3050 тривалість вегетаційного періоду VE-R6 становила 98–106 днів при внесенні безводного аміаку,

99–108 днів із використанням карбаміду та 99–107 днів при удобренні КАС-32. Для середньораннього гібриду ДКС 3730 зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 103–111; 102–112 та 103–110 днів. Найтриваліша вегетація рослин кукурудзи відмічена у середньостиглому гібриду ДКС 4178 – 109–114 днів при застосуванні безводного аміаку, 108–115 днів на варіантах із використанням карбаміду та 107–112 днів при внесенні КАС-32.

Серед досліджуваних норм внесення азоту найдовший період вегетації відмічено при використанні 210 кг/га д.р. – 106–114 днів із безводним аміаком, 108–115 днів із карбамідом та 107–112 днів на варіантах із КАС-32. На контрольному варіанті без добрив зазначені показники становили 89 днів у гібриду ДКС 3050, 95 днів у гібриду ДКС 3730 та 99 днів у гібриду ДКС 4178.

Ключові слова: кукурудза, удобрення, азотні добрива, тривалість вегетаційного періоду, карбамід, КАС, безводний аміак.

Naumov Ye.O. Duration of the growing season of corn hybrids of different maturity groups depending on the rates and forms of nitrogen fertilizer application

The article presents the results of three-year (2019–2021) studies on the influence of rates and forms of mineral nitrogen application on the duration of the growing season of corn hybrids of different maturity groups.

Field research was carried out in the fields of the Pysariv department of the Sumy regional management of the LLC “Druzhba-Nova”, Ltd of the Sumy region.

The scheme of the research provided for the study of the action and interaction of three factors: factor A – corn hybrids of different maturity groups; factor B – fertilizer application rates; factor C – forms of nitrogen fertilizers. It was established that the duration of the growing season of corn from the seedling phase to the onset of physiological maturity (VE-R6) depended on the biological characteristics of the studied hybrids and the rates of nitrogen fertilizers application. Forms of mineral nitrogen almost did not affect the vegetation period of plants.

Thus, depending on the rate of mineral nitrogen application, in the DKS 3050 hybrid, the duration of the VE-R6 vegetation period was 98–106 days when anhydrous ammonia was applied, 99–108 days when carbamide was used, and 99–107 days when carbamide-ammonia mixture KAS-32 was applied. For the medium-early hybrid DKS 3730, the indicated indicators were at the level of 103–111; 102–112 and 103–110 days. The longest growing season of corn plants was noted in the mid-season hybrid DKS 4178 – 109–114 days when using anhydrous ammonia, 108–115 days when using carbamide, and 107–112 days when applying KAS-32.

Among the studied rates of nitrogen application, the longest vegetation period was noted when using 210 kg/ha – 106–114 days with anhydrous ammonia, 108–115 days with carbamide and 107–112 days on variants with carbamide-ammonia mixture UAN – 32. On the control variant without fertilizers, the stated indicators were 89 days in the hybrid DKS 3050, 95 days in the hybrid DKS 3730 and 99 days in the hybrid DKS 4178.

Key words: corn, fertilizers, nitrogen fertilizers, duration of the growing season, urea, UAN, anhydrous ammonia.

Постановка проблеми. Кукурудза в Україні є основною ярою зерновою культурою, яка займає найбільші посівні площі в своїй групі [15, с. 262; 16]. Зерно кукурудзи в структурі експорту зерна посідає друге місце після пшениці [9; 19, с. 225]. Гібридний склад насіння кукурудзи налічує сотні гібридів різних груп стиглості, що дозволяє культивувати її в різних ґрунтово-кліматичних зонах України як в основних так і післяукісних посівах. Все це робить її вирощування одним із пріоритетних напрямків зерновиробництва [11, с. 9].

Вирішальна роль в одержанні високих урожаїв сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи, належить системі удобрення. Серед ключових макроелементів (N, P, K) пріоритет належить азоту [2, с. 30; 4, с. 76; 6, с. 63; 7, с. 60; 13, с. 188]. Проте азотні добрива можуть спричинити подовження вегетаційного періоду кукурудзи [3, с. 45; 5, 13, с. 188; 17, с. 124], що в свою чергу може змістити збиральні роботи в пізньоосінні або навіть зимові терміни. Тому важливим є питання оптимізації азотного живлення кукурудзи, яке б забезпечило отримання високих урожаїв та своєчасне проведення комплексу збиральних робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання залежності тривалості вегетаційного періоду кукурудзи від технологічних заходів вирощування є досить

актуальним, всебічно вивчається та має велике практичне значення [10, с. 42; 14, с. 54; 17, с. 124; 18, с. 149].

Особливої важливості дослідження тривалості періоду сходо-фізіологічна стиглість кукурудзи, набувають в контексті кліматичних змін та зумовленим ним глобальним потеплінням. Завдяки цьому створюються передумови для вирощування більш пізньостиглих гібридів із вищим числом ФАО і як наслідок можливості отримання вищих урожаїв [1; 20, с. 278]

Постановка завдання. Мета досліджень встановити вплив удобрення на тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи різних стиглості в умовах північного сходу України.

Виходячи із мети досліджень, вирішення намічених програмою завдань проводилось в польовому досліді, де впродовж 2019–2021 років вивчалися технологічні заходи вирощування кукурудзи на зерно. Польові дослідження здійснювалися на полях Писарівського відділення Сумського регіонального управління СТОВ «Дружба-Нова» Сумської області.

Ґрунти дослідного поля чорнозем типовий малогумусний слабовилугований крупнопилувато-середньосуглинковий.

Погодні умови в роки проведення досліджень були неоднаковими і значно відрізнялися від середніх багаторічних показників кількості опадів та за температурним режимом. Так, у 2019 році середньомісячна температура вегетаційного періоду кукурудзи становила 18,9 °С, а сума опадів за цей же час – 208 мм, у 2020 році зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 19,4 °С та 272 мм, а у 2021 році – 20,5 °С та 138 мм. Середні багаторічні показники за цей період становлять 17,4 °С та 304 мм.

Схема досліді передбачала вивчення дії і взаємодії трьох факторів: фактор А – гібриди кукурудзи різних груп стиглості – ДКС3050 (ФАО 200), ДКС 3730 (ФАО 280), ДКС 4178 (ФАО 330); фактор В – норми внесення добрив – 1. Контроль; 2. $P_{60}K_{60}$ (фон); 3. $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. $N_{120}P_{60}K_{60}$; 5. $N_{150}P_{60}K_{60}$; 6. $N_{180}P_{60}K_{60}$; 7. $N_{210}P_{60}K_{60}$; фактор С – форми азотних добрив – 1. Безводний аміак, 2. Карбамід; 3. КАС-32.

Розміри ділянок: посівна – 150 м²; облікові – 100 м², повторність триразова.

В наших дослідіх використовували наступні мінеральні добрива: безводний аміак з вмістом азоту 82 %, КАС-32, який містить 32 % азоту, карбамід – 46 % азоту, гранульований суперфосфат – 19,5 % P_2O_5 та калій хлористий 60 % K_2O . Фосфорні та калійні добрива вносилися восени під основний обробіток ґрунту, а азотні весною за 10 днів до сівби.

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик [8].

Виклад основного матеріалу дослідження. Нашими дослідженнями встановлено, що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи від фази сходів до настання фізіологічної стиглості (VE-R6) залежала від біологічних особливостей досліджуваних гібридів та норм внесення азотних добрив. Форми мінерального азоту майже не впливали на час вегетації рослин. Так, у ранньостиглого гібриду ДКС 3050 (ФАО 200), вегетаційний період від появи повних сходів до настання фізіологічної стиглості зерна становив 89–108 днів залежно від варіанту удобрення, (табл. 1).

Серед досліджуваних варіантів досліді найкоротшим вегетаційним періодом гібриду ДКС 3050 відзначився контрольний варіант без добрив – 89 днів. Внесення фосфорно-калійних добрив $P_{60}K_{60}$ (фон) в незначній мірі подовжило період вегетації кукурудзи – від появи повних сходів до настання фізіологічної стиглості пройшов 91 день.

Таблиця 1

Тривалість вегетаційного періоду (VE-R6) гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм та форм внесення азотних добрив, днів (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор С – форма азотних добрив	Фактор В – норма внесення мінерального азоту, кг/га д.р.	Фактор А – гібриди		
		ДКС 3050	ДКС 3730	ДКС 4178
Безводний аміак	Контроль	89±	95±	99±
	P ₆₀ K ₆₀ (фон)	91±	97±	102±
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	98±	103±	109±
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	99±	103±	109±
	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₆₀	102±	106±	110±
	N ₁₈₀ P ₆₀ K ₆₀	103	108	112
	N ₂₁₀ P ₆₀ K ₆₀	106	111	114
Карбамід	Контроль	89	95	99
	P ₆₀ K ₆₀ (фон)	91	97	102
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	99	102	108
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	99	103	109
	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₆₀	102	106	110
	N ₁₈₀ P ₆₀ K ₆₀	103	109	114
	N ₂₁₀ P ₆₀ K ₆₀	108	112	115
КАС-32	Контроль	89	95	99
	P ₆₀ K ₆₀ (фон)	91	97	102
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	99	103	107
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	99	104	107
	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₆₀	102	106	109
	N ₁₈₀ P ₆₀ K ₆₀	103	107	111
	N ₂₁₀ P ₆₀ K ₆₀	107	110	112

Ключову роль у подовженні вегетації кукурудзи гібриду ДКС 3050 відіграли азотні добрива. Залежно від норми їх внесення та форми нітрогену вегетаційний період становив 98–108 днів. При внесенні мінімальної норми азоту (90 кг/га д.р.) тривалість вегетації досліджуваного гібриду становила 98–99 днів і різниці між формами внесеного азоту виявлено не було. Аналогічні результати було відмічено і при застосуванні N₁₂₀.

Зростання кількості внесеного азоту до 210 кг/га спричинило подовження періоду її вегетації до 106–108 днів залежно від форми добрив.

Розвиток рослин кукурудзи середньораннього гібриду кукурудзи ДКС 3730 відзначився дещо довшим вегетаційним періодом, порівняно із гібридом ДКС 3050, що було зумовлено вищим показником ФАО. Вважається, що різниця на 10 одиниць за числом ФАО відповідає приблизно 1–2 доби різниці за строками дозрівання [12, с. 277]. Проте, тут великий вплив мають погодні умови вегетаційного періоду та умови вирощування.

Веgetаційний період гібриду ДКС 3730 від появи повних сходів до настання фізіологічної стиглості зерна становив 95–112 днів залежно від варіанту удобрення. Найкоротшим він був у контрольного варіанту без добрив – 95 днів. Майже такою ж була тривалість періоду вегетації кукурудзи і на варіанті із внесенням фосфорно-калійних добрив P₆₀K₆₀(фон) – 97 днів.

Характерною особливістю розвитку рослин кукурудзи гібриду ДКС 3730 було подовження вегетації кукурудзи при внесенні азотних добрив. Залежно від норми їх внесення та форми період VE-R6 становив 102–112 днів.

Серед варіантів азотного живлення, вегетаційний період кукурудзи найкоротшим був при внесенні 90 кг/га д.р. азоту і становив 102–103 дні. Різниця у його тривалості за різних форм азоту була незначною. Подібні результати було відмічено і при застосуванні N_{120} , де тривалість вегетаційного періоду становила 103–104 дні.

Підвищення норми внесення нітрогену до 150 кг/га спричинило подовження періоду VE-R6 на 3 дні і він становив 106 днів незалежно від форми внесеного азоту. Майже такі ж самі результати (107–109 днів) отримано і при внесенні N_{180} .

Найдовшою тривалістю вегетаційного періоду відзначився варіант із внесенням високої норми нітрогену – 210 кг/га. На зазначеному варіанті досліді від сходів до настання фізіологічної стиглості кукурудзи пройшло 110–112 днів.

У середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС 4178 (ФАО 330) тривалість періоду вегетації була більш тривалою, порівняно із двома попередніми. Залежно від варіанту досліді вона становила 99–115 днів.

Як і для попередніх двох гібридів, у ДКС 4178 найкоротший вегетаційний період був на контрольному варіанті без добрив – 99 днів. Внесення фосфорно-калійних добрив $P_{60}K_{60}$ (фон) дещо подовжило період вегетації кукурудзи, який на зазначеному варіанті досліді становив 102 дні.

Азот, як ключовий елемент, який відповідає за лінійний ріст рослин, подовжив вегетацію кукурудзи до 107–115 днів.

Мінімальна норма внесення азоту (90 кг/га д.р.), яка вивчалася в досліді, забезпечила найкоротшу тривалість періоду VE-R6 серед зазначених варіантів. Так, при внесенні безводного аміаку він становив 109 днів, карбаміду – 108 днів і КАС-32 – 107 днів. Різниця у його тривалості за різних форм азоту була незначною. Подібні результати було відмічено і при застосуванні N_{120} , де тривалість вегетаційного періоду становила 107–109 днів.

Підвищення норми внесення нітрогену до 150 кг/га спричинило подовження періоду VE-R6 до 109–110 днів.

Подальше зростання норми внесення азоту до 180 кг/га д.р. зумовило подовження вегетації досліджуваної культури. Так, внесенні безводного аміаку він становив 112 днів, карбаміду – 114 днів і КАС-32 – 111 днів. Найдовшою тривалістю періоду VE-R6 відзначився варіант із внесенням високої норми азоту – 210 кг/га. На зазначеному варіанті досліді від сходів до настання фізіологічної стиглості кукурудзи пройшло 112–115 днів.

Висновки і пропозиції. Таким чином, що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи від фази сходів до настання фізіологічної стиглості (VE-R6) залежала від біологічних особливостей досліджуваних гібридів та норм внесення азотних добрив і в меншій мірі від форми мінерального азоту.

Залежно від норми внесення мінерального азоту, у гібриду ДКС 3050 тривалість вегетаційного періоду VE-R6 становила 98–106 днів при внесенні безводного аміаку, 99–108 днів із використанням карбаміду та 99–107 днів при удобренні КАС-32. Для середньораннього гібриду ДКС 3730 зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 103–111; 102–112 та 103–110 днів. Найтриваліша вегетація рослин кукурудзи відмічена у середньостиглого гібриду ДКС 4178 – 109–114 днів при застосуванні безводного аміаку, 108–115 днів на варіантах із використанням карбаміду та 107–112 днів при внесенні КАС-32.

Серед досліджуваних норм внесення азоту найдовший період вегетації відмічено при використанні 210 кг/га д.р. на всіх варіантах досліджу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адаменко Т. Вегетаційний період кукурудзи буде збільшуватися протягом наступних років. URL: <https://kurkul.com/news/7157-vegetatsiyniy-period-kukurudzi-bude-zbilshuvatisya-protyagom-nastupnih-rokiv--adamenko>
2. Асанішвілі Н.М. Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. *Рослинництво та ґрунтознавство*. Том 11. № 3. С. 22–32.
3. Дудка М.І., Якунін О.П., Пустовий С.І. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи за її вирощування після соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. № 115. С. 42–48.
4. Господаренко Г.М. Система застосування добрив : навч. посібник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015. 332 с.
5. Господаренко Г.М. Система удобрення кукурудзи. URL: <https://propozitsiya.com/ua/systema-udobrennya-kukurudzy>
6. Єрмакова Л.М., Крестьянінов Є.В., Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. Вип. 4. С. 63–65.
7. Єрмакова Л.М., Свистунов Ю.В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення в Лівобережному Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4 (83). С. 60–63.
8. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
9. Зовнішньоекономічна діяльність. Державна служба статистики України URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/zed.htm
10. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. № 101. 2018. С. 42–48.
11. Корнійчук О.В. Кукурудза в сучасних агроценозах Правобережного Лісостепу України в умовах дефіциту вологи. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 8–20.
12. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
13. Лихочвор В.В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур : підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів : Українські технології, 2021. 284 с.
14. Петрина Г.І., Рудацька Н.М., Глива В.В., Гавриляк Я.Я., Федак В.В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54 (1). С. 53–58.
15. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підруч. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
16. Рослинництво України. *Державна служба статистики України*. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf
17. Рудацька Н.М., Гук Р.М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 61. С. 123–134.
18. Сатановська І. П. Тривалість вегетаційного періоду різностиглих гібридів кукурудзи залежно від біологічних препаратів та погодних умов. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. Вип. 6. С. 148–152.

19. Талавіря М. П. Розвиток біорієнтованої економіки на науковій основі. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Економіка*. 2015. Вип. 1 (45). Т. 2. Ужгород. 2015. С. 225–230.

20. Antal T., Kalenska S., Govenko R., Mokrienko V., Karpenko L., Kovalenko A. Efficiency of corn hybrids growing technologies depending on the kinds of fertilizer application. AGROSYM 2022: 13th International Agricultural Symposium, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 6–9 October 2022: book of abstracts. Jahorina, 2022. P. 276–281.

УДК 635.64:044.012

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.21>

ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ІНДЕТЕРМІНАНТНИХ ГІБРИДІВ ПОМІДОРА ЗА ВИРОЩУВАННЯ В ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЯХ

Перебора О.П. – аспірант кафедри овочівництва,
Уманський національний університет садівництва

Щетина С.В. – к.с.-г.н., доцент,

декан факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин,
Уманський національний університет садівництва

У даній статті розглядаються питання, присвячені вивченню господарсько-біологічній оцінці індетермінантних гібридів помідора за вирощування в зимових теплицях. Досліджувались гібриди з рожевим забарвленням плоду – Фуджімару, Томімару Мучо, Малуно, Кавагучі, здатних формувати врожайність на рівні 50–60 кг/м² і більше високоякісних стандартних плодів у продовженій культурі вирощування. Для того щоб в даний час, конкурувати на ринку плодів помідора, потрібно мати продукцію не лише привабливу за зовнішнім виглядом, а і високої якості при вживанні плодів у їжу. Для розкриття закладених характеристик якості плодів, важливу роль відіграє технологія вирощування як у цілому, так і окремі її складові. Однією з основних складових підвищення врожайності є правильний добір гібриду.

На основі досліджень встановлено, що першу китицю найнижче закладає гібрид Фуджімару – 53 см. Інші досліджувані гібриди закладають першу китицю на 18–30 см істотно вище. Кількість закладання квіток від гібриду не залежить. Істотно більшу кількість квіток у китиці формує гібрид Кавагучі – 138 шт./рослину. Істотно більша кількість плодів сформувалось у гібридів: Кавагучі – 109 і Томімару Мучо – 104 шт./рослину. Ступінь зав'язування плодів варіювала від 69 до 79% залежно від гібриду. Зі збільшенням кількості плодів на рослині зменшується їхня маса, і навпаки. Істотне збільшення маси плоду було у гібридів Фуджімару і Малуно – 16 і 21 г, відповідно.

У досліджуваних індетермінантних гібридів незалежно від періоду збору врожаю більше формується плодів першого сорту 89,0–92,7%. Плоди другого сорту мали частку в межах 2,4–2,8%. Серед досліджуваних гібридів істотно більшу урожайність формує гібрид Фуджімару – 56,14 кг/м². Така залежність встановлена і за окремими періодами збору. Розподіл товарного врожаю за періодами надходження вказує на певну перевагу першого (квітень–липень) – 58–61%, порівняно до другого (серпень–15 листопада) – 39–42%.

Ключові слова: помідор, гібрид, урожайність, якість, теплиця.

Perebora O.P., Shchetyna S.V. Economic and biological assessment of indeterminate tomato hybrids for growing in winter greenhouses

This article deals with issues related to the study of economic and biological evaluation of indeterminate tomato hybrids for growing in winter greenhouses. Hybrids with pink fruit color

were studied – Fujimaru, Tomimaru Mucho, Maluno, Kawaguchi, capable of forming a yield of 50–60 kg/m² and more of high-quality standard fruits in extended culture. In order to currently compete in the market of tomato fruits, it is necessary to have products that are not only attractive in appearance, but also of high quality when using fruits for food. To reveal the inherent characteristics of fruit quality, an important role is played by the cultivation technology as a whole, as well as its individual components. One of the main components of increasing productivity is the correct selection of the hybrid.

On the basis of research, it was established that the Fujimaru hybrid lays the first tassel the lowest – 53 cm. Other researched hybrids lay the first tassel 18–30 cm significantly higher. The number of flowers laid does not depend on the hybrid. The Kawaguchi hybrid forms a significantly larger number of flowers in a bunch – 138 pcs/plant. A significantly larger number of fruits was formed in hybrids: Kawaguchi – 109 and Tomimaru Mucho – 104 pcs/plant. The degree of fruit set varied from 69 to 79% depending on the hybrid. As the number of fruits on the plant increases, their weight decreases, and vice versa. The Fujimaru and Maluno hybrids had a significant increase in fruit weight – 16 and 21 g, respectively.

In the studied indeterminate hybrids, regardless of the harvest period, more fruits of the first grade are formed by 89.0–92.7%. Fruits of the second grade had a share in the range of 2.4–2.8%. Among the studied hybrids, the Fujimaru hybrid has a significantly higher yield – 56.14 kg/m². Such dependence is also established for separate collection periods. The distribution of the marketable harvest by periods of receipt indicates a certain advantage of the first (April–July) – 58–61%, compared to the second (August–November 15) – 39–42%.

Key words: tomato, hybrid, productivity, quality, greenhouse.

Постановка проблеми. Вегетаційний період у помідора визначається часом від з'явлення масових сходів до початку досягання першого плоду (біологічна стиглість). Його тривалість залежить від особливостей сорту, гібриду, температури повітря і ґрунту, умов освітлення й зволоження. За тривалістю вегетаційного періоду сорти і гібриди помідора поділяють на ультра ранні (до 100 діб), ранні (101–105), середньоранні (106–110), середньостиглі (111–115), середньопізні (116–120) та пізньостиглі (понад 120 діб) [1].

Нині селекціонери й виробничники докладають зусиль, щоб їх томати мали привабливий зовнішній вигляд і мінімум видимих дефектів. У то й же час гібрид помідора окрім високої врожайності повинен мати відмінні смакові якості, бути стійким до хвороб, зручним при зборі та добре зберігати якість під час транспортування [2; 3].

Перед виробниками плодів помідора стоїть завдання не лише виростити плоди з гарним зовнішнім виглядом, смаком, відповідною щільністю, харчовою цінністю, а й доставити продукцію до кінцевого споживача з високою якістю плодів. Незважаючи на те, що споживачі купують помідор оцінюючи за зовнішнім виглядом, їх подальше споживання залежить від оцінки якості при вживанні плодів у їжу [4]. В основному такі властивості плодів закладені в самому гібриді. Тож, знаючи потреби ринку, виробники повинні це враховувати й відповідно добирати гібриди помідорів. Для розкриття закладених у них характеристик якості продукції, важливу роль відіграє технологія вирощування як у цілому, так і окремі її складові [5–7]. Однією з основних складових підвищення врожайності є правильний добір гібриду.

У зв'язку з цим нами були проведені дослідження щодо добору індетермінантних гібридів першого покоління помідора для вирощування в продовженій культурі в зимових теплицях сучасної конструкції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проводили протягом 2020–2022 років у зимових блокових теплицях з висотою шпалери до 4 м у ПрАТ «Комбінат «Тепличний» Броварського району Київської області. Під час вегетаційних і лабораторних досліджень використовували загально прийняті методики [8; 9]. Площа загальної ділянки 6,4 м², повторність варіантів досліду чотириразова.

Субстрат, мінеральна вата «культилен оптімакс», об'ємом 3,75 л на 1 рослину (3750 см³). В досліді використовували гібриди з рожевим забарвленням плоду – Фуджімару, Томімару Мучо, Малуно, Кавагучі (72–541) [10]. Всі гібриди виробництва – Нідерланди. За контроль було взято гібрид Томімару Мучо.

Господарсько-біологічна оцінка досліджуваних гібридів включала підрахунок кількості квіток, плодів, листків, облік висоти рослин та аналіз урожайності плодів з одиниці площі, з розділенням їх на стандартну і нестандартну частини [9].

Так, з урахуванням вимог споживача ринку плоди за розміром і зовнішнім виглядом, сортували на стандартну та нестандартну частини. Стандартну продукцію розділяли на два сорти: перший сорт – плоди діаметром понад 5,5 см; другий сорт – плоди діаметром від 4,5 до 5,5 см. Ціна реалізації продукції другого сорту зазвичай становить 90 %, а нестандартної продукції 60 % від ціни плодів першого сорту.

Постановка завдання. Метою роботи була господарсько-біологічна оцінка гібридів помідора, здатних формувати врожайність на рівні 50–60 кг/м² і більше високоякісних стандартних плодів у продовженій культурі вирощування [11].

Результати досліджень. За результатами трирічних досліджень встановлено, що перша китиця істотно нижче на 14–30 см утворюється у гібриду Фуджімару, порівняно з іншими досліджуваними гібридами. При цьому в контрольному варіанті (Томімару Мучо) цей показник склав 83 см, що є найвищим серед досліджуваних гібридів. Дещо нижчим порівняно з контролем цей показник (81 см) був у гібриду Малуно, а в Кавагучі істотно нижчим на 12 см (71 см), при НІР₀₅ = 4 см. Проте, це не вплинуло на закладання загальної кількості китиць, яка в середньому за роки дослідження була на рівні 28–29 шт./рослину залежно від гібриду (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна кількість генеративних органів індетермінантних рослин помідора при вирощуванні в зимових теплицях, 2020–2022 рр.

Гібрид	Висота появи першої китиці, см	Загальна кількість китиць, шт./рослину	Кількість квіток, шт./рослину	Кількість плодів, шт./рослину	Ступінь зав'язування плодів, %
Томімару Мучо (контроль)	83	28	135	104	77,0
Фуджімару	53	29	127	88	69,2
Малуно	81	28	122	87	71,3
Кавагучі	71	28	138	109	78,9
НІР ₀₅	4	1	6	5	x

Більшу кількість квіток у китиці формував гібрид Кавагучі – 138 шт./рослину. У гібридів Фуджімару і Малуно цей показник був істотно менший – на рівні 127 і 122 шт./рослину відповідно. В контрольному варіанті (гібриди Томімару Мучо), кількість квіток у китиці була на рівні – 135 шт./рослину, при НІР₀₅ = 6.

Істотно більша кількість плодів сформувалось відповідно у гібридів Кавагучі – 109 і Томімару Мучо – 104 шт./рослину. При цьому, за індивідуальною продуктивністю гібриди Фуджімару і Малуно істотно поступалися як Кавагучі, так і Томімару Мучо (контроль) відповідно на 21–22 і 16–17 шт./рослину, при НІР₀₅ = 5. Згідно проаналізованих вище показників ступінь зав'язування плодів у досліджуваних індетермінантних гібридів варіював від 69 до 79 %.

У (табл. 2) наведено середню масу плодів помідора за періодами, що пов'язано з можливістю отримати більшу кількість стандартних плодів, оскільки рослина ще молода і не виснажена. Це відіграє важливу роль у реалізації плодів за вищими цінами.

Аналіз показників середньої маси плоду підтвердив, що зі збільшенням кількості плодів на рослині може зменшуватися їхня маса, і навпаки [12]. Це підтвердилось, як у середньому за сезон, так і за періодами збору. Так, у перший період (01.04–31.07) рослини помідора формують плоди з більшою масою в порівнянні з другим періодом (01.08–15.11). Проте, залежність між кількістю плодів і їх масою зберігається. Істотне збільшення маси плоду було у гібридів Фуджімару і Малуно як в перший період збору плодів, так і в другий період з НІР₀₅ = 11 і 9 г, відповідно. В цілому за сезон плоди гібриду Фуджімару мали в середньому масу – 200 г, при сформованих 88 плодах на рослину; гібрид Малуно – 205 г, при 87 плодах; Кавагучі – 167 г, при сформованих 109 плодах на рослину. В контрольному варіанті (Томімару Мучо) відповідно 184 г, при 104 плодах.

Розділяючи плоди на стандартні (перший і другий сорт) і на нестандартні встановлено, що незалежно від періоду збору врожаю більше формувалось плодів першого сорту. За перший період неістотно збільшився вихід стандартних плодів першого сорту у гібридів Фуджімару на 3,5 % (92,7 %) і Малуно на 2,9 % (92,1 %), при НІР₀₅ 4,5 %. Другого сорту істотне збільшення було у гібрида Кавагучі на 1,8 % (4,6 %), при НІР₀₅ 0,2 %.

Таблиця 2

**Середня маса плодів помідора вирощених у зимових теплицях,
2020–2022 рр.**

Гібрид	Середня маса плоду, г	Вихід плодів, %		
		стандартних		нестандартних
		1 сорт ø > 5,5 см	2 сорт ø до 4–5,5 см	
з 01.04–31.07				
Томімару Мучо (контроль)	202	89,2	2,8	8,0
Фуджімару	221	92,7	2,7	4,6
Малуно	222	92,1	3,1	4,8
Кавагучі	181	89,5	4,6	5,9
НІР₀₅	11	4,5	0,2	0,3
з 01.08–15.11				
Томімару Мучо (контроль)	165	88,8	2,8	8,4
Фуджімару	178	88,8	2,7	8,5
Малуно	187	93,2	1,6	5,2
Кавагучі	153	89,3	3,6	7,1
НІР₀₅	9	4,5	0,1	0,4
За сезон				
Томімару Мучо (контроль)	184	89,0	2,8	8,2
Фуджімару	200	90,8	2,7	6,6
Малуно	205	92,7	2,4	5,0
Кавагучі	167	89,4	4,1	6,5
НІР₀₅	9	4,5	0,2	0,3

Таке збільшення виходу плодів було аналогічним в другий період збору плодів і за сезон. В цілому, вихід стандартних плодів за сезон був на рівні 89,0–92,7 % першого сорту, залежно від гібриду. Плоди другого сорту сформували частку в межах 2,4–2,8 %. Також, слід відзначити що при збільшенні маси плоду зростає вихід плодів першого сорту. Виключенням тут став гібрид Кавагучі у якого цей показник склав 4,1 %.

Кількість нестандартних плодів складає 5,0–6,6 % залежно від гібриду. В контрольному варіанті (Томімару Мучо) нестандартних плодів було найбільше – 8,2 %.

Таблиця 3

Урожайність кг/м² індетермінантних гібридів помідора в зимових теплицях, 2020–2022 рр.

Місяць	Томімару Мучо (контроль)	Фуджімару	Малуно	Кавагучі
Квітень	4,33	5,10	4,95	4,29
Травень	7,67	8,16	7,21	7,94
Червень	9,80	10,13	9,50	9,35
Липень	8,79	9,99	8,73	8,99
Всього на 31.07.	30,59	33,38	30,39	30,57
НІР₀₅	3,94			
Серпень	7,36	8,02	7,17	6,91
Вересень	4,81	5,28	5,87	4,93
Жовтень	4,00	4,84	4,5	4,07
Листопад по 15.11	4,15	4,62	4,74	3,7
Всього з 01.08-15.11	20,32	22,76	22,32	19,61
НІР₀₅	1,69			

За перший період урожайність була в межах 30,57–33,38 кг/м² залежно від гібриду. В контрольному варіанті (Томімару Мучо) урожайність становила – 30,59 кг/м². Серед досліджуваних індетермінантних гібридів найбільшою врожайністю характеризувався гібрид Фуджімару – 33,38 кг/м², хоча за результатами дисперсійного аналізу це збільшення є неістотним. У перші три місяці плодоношення відбувалося збільшення врожайності в усіх досліджуваних гібридів, що пов'язано з покращенням освітленості за рахунок збільшення тривалості дня та інтенсивним ростом плодів. Починаючи з липня місяця врожайність почала знижуватись, що пов'язано з початком виснаження та старіння рослин. Тенденція зниження врожайності спостерігалась і впродовж другого періоду до завершення вегетації (див. табл. 3).

Середня врожайність за другий період становила 19,61–22,76 кг/м² залежно від гібриду. В контрольному варіанті (Томімару Мучо) цей показник був на рівні – 20,32 кг/м². Серед досліджуваних гібридів у другому періоді істотно більшою врожайністю характеризувались гібриди Фуджімару – 22,76 кг/м² і Малуно – 22,32 кг/м². Розрахунок дисперсійного аналізу доводить, що це є істотне збільшення.

Аналіз розподілу товарного врожаю за періодами надходження вказує на певну перевагу першого періоду (квітень–липень) – 58–61 %, порівняно до другого (серпень–15 листопада) – 39–42 %.

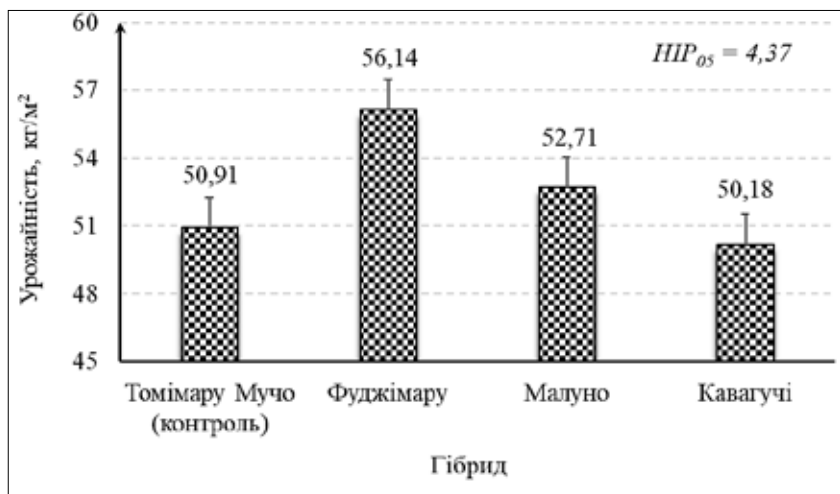


Рис. 1. Загальна урожайність кг/м² індетермінантних гібридів помідора в зимових теплицях, 2020–2022 рр.

Як видно з даних (рис. 1), у середньому за роки досліджень істотно вищу врожайність (56,14 кг/м²) формував гібрид Фуджімару. За вирощування гібриду Малуно рівень цього показника не істотно зменшувався на 3,43 кг/м². Проте, за вирощування в зимових теплицях гібридів помідора типу Томімару Мучо і Кавагучі в середньому за сезон недобір з кожного м², порівняно з гібридом Фуджімару, становив 5,23 і 5,96 кг відповідно.

Висновки і пропозиції.

1. Встановлено кількісні можливості формування генеративних органів у гібридів помідора Томімару Мучо, Фуджімару, Малуно, Кавагучі при їх вирощуванні в зимових теплицях в продовженому обороті. Першу китицю найнижче закладає гібрид Фуджімару – 53 см. Інші досліджувані гібриди закладають першу китицю на 18–30 см істотно вище. Кількість закладання квіток від гібриду не залежить. Істотно більшу кількість квіток у китиці формує гібрид Кавагучі – 138 шт./рослину. Істотно більша кількість плодів сформувалось у гібридів: Кавагучі – 109 і Томімару Мучо – 104 шт./рослину. Ступінь зав'язування плодів варіювала від 69 до 79% залежно від гібриду.

2. Встановлено, що зі збільшенням кількості плодів на рослині зменшується їхня маса, і навпаки. Істотне збільшення маси плоду було у гібридів Фуджімару і Малуно – 16 і 21 г, відповідно. Істотне збільшення маси плоду було у гібриду Малуно в другий період з НІР_{0,5} 16,6 г. В цілому за сезон плоди гібриду Фуджімару мали в середньому масу – 200 г, при сформованих 88 плодах на рослину; гібрид Малуно – 205 г, при 87; Кавагучі – 167 г, при 109, а Томімару Мучо – відповідно 184 г, при 104 плодах на рослину.

3. У досліджуваних індетермінантних гібридів незалежно від періоду збору врожаю більше формується плодів першого сорту 89,0–92,7%. Плоди другого сорту мали частку в межах 2,4–2,8%. За перший період неістотно збільшився вихід стандартних плодів першого сорту у гібридів Фуджімару на 3,5% (92,7%) і Малуно на 2,9% (92,1%), при НІР₀₅ 4,5%. Другого сорту істотне збільшення було у гібрида Кавагучі на 1,8% (4,6%), при НІР₀₅ 0,2%. Подібна закономірність спостерігалась і щодо виходу плодів у другий період, так і в цілому за сезон.

4. Серед досліджуваних гібридів істотно більшу урожайність формує гібрид Фуджімару – 56,14 кг/м². Така залежність встановлена і за окремими періодами збору. Розподіл товарного врожаю за періодами надходження вказує на певну перевагу першого (квітень–липень) – 58–61 %, порівняно до другого (серпень – 15 листопада) – 39–42 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Барабаш О. Ю. Овочівництво : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1994. 374 с.
2. Жук О. Я., Сиворакша О. А. Вплив місця розташування плодів у китиці на вихід та якість помідора. *Збірник наукових праць НАУ*. 2002. С. 118–123.
3. Виробництво овочевої продукції в Україні. В. І. Лихацький, О. І. Улянич, З. І. Ковтунок, Г. Я. Слободяник. *Збірник наукових праць Уманського ДАУ*. 2004. С. 296–302.
4. Плодоовочевий ринок України : довідник. Дніпропетровськ : АПК-Інформ, 2005. 105 с.
5. Яковенко К. І. Сучасні технології в овочівництві. Харків, 2001. 406 с.
6. Сич З. Д. Нові перспективи українського овочівництва. *Агроном*. 2005. № 2. С. 86–87.
7. Чернишенко В.І., Пашковський А.І., Кирій П.І. Сучасні технології овочівництва закритого ґрунту. Житомир : Рута, 2018. 400 с.
8. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 369 с.
9. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз. Київ : Дія, 2005. 288 с.
10. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.
11. Капштики М. В., Котирло О. О. Київ. Довідник міжнародних стандартів для органічного агровиробництва / Навчально-координаційний центр сільсько-господарських дорадчих служб. 2007. 356 с.
12. Овочівництво закритого ґрунту / С. А. Вдовенко, В. М. Чернецький, О. І. Улянич, І. І. Паламарчук. Вінниця, 2017. 136 с.

УДК 635.21:631.527.42

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.22>

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ КАРТОПЛІ ЗА УСПАДКУВАННЯМ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК І РІВНЯ ГЕТЕРОЗИСУ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Писаренко Н.В. – к.с.-г.н.,

завідувач лабораторії селекції картоплі,

Поліське дослідне відділення Інституту картоплярства

Національної академії аграрних наук

Захарчук Н.А. – к.б.н., с.н.с.,

вчений секретар,

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук

У статті наведено результати щодо вивчення 32 перспективних гібридів картоплі за характером успадкування основних господарсько-цінних ознак від батьківських форм та виділенням генотипів з високим вираженням ефекту гетерозису, що сприятиме в подальшій селекційній практиці з покращення селективних ознак в нових сортах культури.

Дослідження проведено впродовж 2021–2022 рр. в польовій сівозміні лабораторії селекції картоплі Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН. Вихідний селекційний матеріал створений методом внутрішньовидового схрещування. Компоненти схрещувань – сучасні сорти вітчизняної селекції.

Серед досліджуваних батьківських форм виділено сорти, які демонструють високе вираженням основних господарсько-цінних ознак: за врожайністю – Фанатка, Альянс, Партнер, Світана і Чарунка; товарністю – Сонцедар, Чарунка, Радомисль, Межирічка 11, Нагорода, Фанатка, Бажана, Іванківська рання, Роставиця і Світана; середньою масою бульб – Партнер, Сонцедар, Бажана, Радомисль, Роставиця, Іванківська рання, Нагорода і Світана; вмістом крохмалю – Нагорода, Іванківська рання, Партнер, Бажана і Левада; споживчими якостями – Партнер, Радомисль, Вигода, Сонцедар, Левада, Фанатка, Бажана, Межирічка 11 і Роставиця.

Визначено перспективні вихідні форми, які значно перевищили кращі батьківські форми за досліджуваними ознаками та характеризувалися високим рівнем гетерозису: за врожайністю (ступінь гетерозису коливався в межах +25,1–+78,4%); товарністю (з ефектом гетерозису від +2,2 до +9,5%); середньою масою бульб; вмістом крохмалю (з проявом рівня гетерозису в діапазоні від +6,4% до +18,0%); споживчими якостями (гетерозис на рівні +3,5% до +8,8%).

Ступінь фенотипового домінування в перспективному вихідному матеріалі картоплі свідчить про різні типи успадкування за ознаками. За ознаками: «загальна врожайність» спостерігається переважно гетерозис 84%; «товарність» з позитивним домінуванням – 53%, проміжним успадкуванням – 19% і негативним домінуванням – 28%; «середня маса бульб» – 56% з позитивним домінуванням, 19% проміжним і 25% негативним домінуванням; «вміст крохмалю» – в 56% гібридів спостерігається наддомінування, 19% – позитивне домінування, 3% – проміжне успадкування і від'ємне успадкування та 19% форм – депресія; «споживчі якості» – гетерозис 34%, проміжне успадкування 31%, позитивне домінування і депресія – 13%, від'ємне домінування в 9% форм.

За результатами кластерного аналізу зроблено розподіл досліджуваних генотипів на кластери за основними господарсько-цінними ознаками. Встановлено, що найбільший інтерес викликають гібриди, які демонструють максимальні значення кількісних показників врожайності в межах 16,8–29,8 т/га, товарність 85–96% і середня маса бульб 81–106 г. Розподіл вихідних форм за результатами ієрархічного аналізу якісних ознак виділено групу генотипів першого кластеру, які характеризуються підвищеним вмістом крохмалю $\geq 16,4\%$ і споживчими якостями $\geq 8,0$ балів.

Ключові слова: картопля, селекція, батьківські форми, гібриди, успадкування, кількісні і якісні ознаки, гетерозис, фенотипове домінування.

Pysarenko N.V., Zakharchuk N.A. Identification of potato source material by inheritance of economically valuable traits and level of heterosis in the conditions of Central Polissya of Ukraine

The article presents the results of studying 32 perspective potato hybrids for the inheritance pattern of key economic traits from parental forms and identifying genotypes with a high expression of heterosis effect. This will contribute to further breeding practices aimed at improving selective traits in new crop varieties.

The research was conducted during 2021–2022 in the field crop rotation laboratory for potato breeding of the Polissya Research Branch of the Institute for Potato Research of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The original breeding material was created using the method of intraspecific crossing. The components of the crossing were modern varieties of domestic breeding.

Among the studied parental forms, varieties demonstrating high expression of the main economically valuable traits were identified: by yield – Fanatka, Alians, Partner, Svitana and Charunka; by marketability – Sontsedar, Charunka, Radomysl, Mezhyrichka II, Nahoroda, Fanatka, Bazhana, Ivankivska rannia, Rostavytsia and Svitana; by average tuber weight – Partner, Sontsedar, Bazhana, Radomysl, Rostavytsia, Ivankivska rannia, Nahoroda and Svitana; by starch content – Nahoroda, Ivankivska rannia, Partner, Bazhana and Levada; by consumer qualities – Partner, Radomysl, Vyhoda, Sontsedar, Levada, Fanatka, Bazhana, Mezhyrichka II and Rostavytsia.

Promising parental forms, which significantly exceeded the best parental forms in terms of the studied traits and were characterized by a high level of heterosis, were identified: by yield (heterosis ranging from +25.1% to +78.4%); by marketability (with heterosis effect ranging from +2.2% to +9.5%); by average tuber weight; by starch content (showing heterosis levels in the range of +6.4% to +18.0%); by consumer qualities (heterosis ranging from +3.5% to +8.8%).

The degree of phenotypic dominance in the perspective parental potato material indicates different types of inheritance by the traits. By the traits: “total yield”, predominantly a heterosis of 84% is observed; by “marketability”, there is positive dominance – 53%, intermediate inheritance – 19%, and negative dominance – 28%; by “average tuber weight” – 56% with positive dominance, 19% with intermediate, and 25% with negative dominance; by “starch content”, 56% of hybrids show overdominance, 19% – positive dominance, 3% – intermediate inheritance, and negative inheritance, and 19% forms exhibit depression; by “consumer qualities”, there is a 34% heterosis, 31% of intermediate inheritance, 13% of positive dominance and depression, and 9% forms exhibit negative dominance.

Based on the results of cluster analysis, the studied genotypes were divided into clusters according to their main economically valuable traits. It was established that the hybrids showing the highest interest are those with maximum values of quantitative indicators: yield within the range of 16.8–29.8 t/ha, marketability of 85–96%, and average tuber weight of 81–106 g. The distribution of original forms based on the results of hierarchical analysis of qualitative traits identified a group of genotypes in the first cluster characterized by high starch content of $\geq 16.4\%$ and consumer qualities of ≥ 8.0 points.

Key words: potato, breeding, parental forms, hybrids, inheritance, quantitative and qualitative traits, heterosis, phenotypic dominance.

Постановка проблеми. В селекційних дослідженнях безперервно тривають пошуки та розробки з покращення існуючих сортів картоплі і створення нового високопродуктивного вихідного матеріалу методом гібридизації [1, с. 461; 2, с. 488]. Підбір батьківських форм для схрещування – це складний процес, оскільки кожна ознака чи властивість батьківських організмів не передається безпосередньо їхньому потомству. Батьківські пари несуть у собі певні можливості для створення нової гібридної форми рослин, яка поєднує ознаки обох батьків. Проте, успадковуються гени, а ознаки проявляються як результат їх експресії в конкретних умовах середовища [3, с. 163–217].

Роботами численних науковців доведено, що потомство різних батьківських форм відрізняється як за продуктивністю так і за якісними ознаками та проявляється у вигляді варіаційного ряду лімітів, які виходять за межі вираження показника в компонентів схрещування [4, с. 68; 5, с. 69; 6, с. 194–198; 7, с. 122–126].

Аналіз потомства сприяє виявленню ролі гетерозису у прояві основних господарсько-цінних ознак. Продуктивність самозапилення завжди нижча від схрещування, що можна пояснити гомозиготизацією контролюючої ознаки [8, с. 33; 9, с. 204; 10, с. 449]. В процесі гібридизації з'являються передумови для отримання гетерозисного потомства, що позитивно відбивається на вираженні продуктивності [11, с. 80].

Відтоді, як було виявлено гетерозис, його використовували переважно для підвищення врожайності в зернових культурах. Проте, незначна кількість наукових пошуків у вітчизняних і зарубіжних дослідженнях присвячена використанню гетерозису в культурах, що розмножуються клонально [12, с. 672; 13, с. 14; 14, с. 99].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Картопля (*Solanum tuberosum*), вид рослини, яка походить з Південної та Центральної Америки. На сьогодні є важливою с. г. культурою, яка займає понад 17 мільйонів гектарів посівних угідь у всьому світі [15]. Одна з найпопулярніших серед незернових культур, і багато хто вважає її гарантом продовольчої безпеки, як для місцевих, так і для глобальних спільнот [16, с. 1]. Незважаючи на важливість картоплі, впродовж останнього століття темпи зростання врожаю нижчі порівняно з іншими основними культурами [17, с. 1003].

Культивована картопля *Solanum tuberosum* є тетраплоїдом і демонструє гетерозис завдяки мультиалельній дії генів [18, с. 21]. Збільшення гетерозиготності та багатоалельних локусів призводить до більшої врожайності бульб. Картопля в основному розмножується вегетативно за допомогою бульб. Планова робота селекціонерів-картоплярів полягає в штучній гібридизації з метою отримання генетично унікальних клонових нащадків. Сучасна селекція картоплі базується на фенотиповому, а не на генотиповому відборі популяцій, створених шляхом внутрішньо та міжвидових схрещувань видів, інтрогресії диких і культивованих родичів *Solanum* та маніпуляцій з плодючістю [17, с. 1003]. Традиційний підхід до селекції полягає в схрещуванні перспективних гетерозиготних особин. Тобто в селекційний процес гібридизації необхідно включати сорти і гібриди різних екологічних груп, що сприятиме підвищенню ймовірності отримання найбільш сприятливих комбінацій [19, с. 123; 20, с. 1–408].

Особливістю картоплі є створення сортів в переважній більшості методом статевого схрещування і в подальшому вегетативному розмноженні бульбами, тобто її гетерозиготність є відносно високою порівняно з іншими с. г. культурами, що отримані в результаті інбридингу та статевим шляхом [21, с. 189]. Зауважимо, що через високу гетерозиготність F_1 отримане потомство є генетично унікальним і характеризується різним проявом фенотипу. Надалі гібридний матеріал картоплі розмножується вегетативно, отже, процес закріплення ознак непотрібний [22, с. 4].

В селекційних розсадниках генотипи F_1 піддаються 10–15 наступним рокам клонального відбору, поки не залишаються лише найкращі гібриди [23, с. 189; 24, с. 141]. Оскільки успіх селекції у картоплярстві сильно залежить від генерації достатньої кількості нових генотипів у F_1 , потрібно більше 10 років для достатнього об'єму бульб у поєднанні із застосуванням належного селекційного тиску.

Перевага культури картопля, полягає в тому, що адитивні, так і неадитивні дії генів передаються від батьківських форм до потомства ще в першому поколінні F_1 [25, с. 113; 26, с. 136–144; 27, с. 7].

Генетична варіація є бажаною, оскільки вона має буферний ефект при зіткненні з біотичними та абіотичними факторами середовища. З іншого боку, виявлено позитивний зв'язок між генетичним різноманіттям і врожайністю бульб, оскільки генетичні розбіжності між батьками можуть сприяти гетерозису [28, с. 165]. Ступінь фенотипового домінування, як показник для оцінки селекційного матеріалу на

ранніх етапах випробування використовується в багатьох культурах. Дослідження за цим показником підтверджують можливість його використання для підбору пар для схрещування, а також для швидкої оцінки гібридних нащадків [29, с. 199–229].

В Україні дослідження з вивчення закономірностей прояву гетерозисного ефекту за основними господарсько-цінними ознаками в гібридному матеріалі картоплі висвітлено в наукових працях селекціонерів: докторів с. г. наук Подгаєцького А.А., Влоха В.Г., Ільчука Р.В., кандидата с. г. наук Завірюхи П.Д. На сьогодні найбільший відсоток занесених до Реєстру сортів картоплі української селекції створено в умовах Центрального Полісся України (Інститут картоплярства і його структурний підрозділ Поліське дослідне відділення). Проте, за останні роки публікацій щодо досліджень найбільш ефективних батьківських форм для створення гетерозисних гібридів за кількісними і якісними ознаками та визначення закономірності прояву гетерозису та ступеня фенотипового домінування в перспективного вихідного матеріалу картоплі вкрай мало. Тому розширення селекційних досліджень з даного питання є досить актуальними.

Постановка завдання. Дослідити перспективний гібридний матеріал за характером успадкування основних господарсько-цінних ознак від батьківських форм з наступним відбором генотипів з високим вираженням ефекту гетерозису для покращення селективних ознак в нових сортах картоплі.

Матеріал та методи досліджень. Дослідження проведено впродовж 2021–2022 рр. в польовій сівозміні лабораторії селекції картоплі Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН в зоні центрального Полісся України (широта 50°42'4" пн. ш. та 29°21'14" сх. д., висота над рівнем моря 148 м). Ґрунти дослідного поля дерново-слабопідзолисті, глинисто-піщані сформовані за рахунок піску чи глинистого піску.

Об'єктом досліджень слугували 32 перспективних гібрида від 13 комбінаційних схрещувань. Компоненти схрещувань – сучасні сорти вітчизняної селекції: Чарунка, Альянс, Радомисль, Світана, Вигода, Роставиця, Бажана, Фанатка, Джавеліна, Партнер, Іванківська рання, Межирічка 11, Сонцедар (Поліське дослідне відділення Інституту картоплярства НААН); Левада (Інститут картоплярства НААН); Нагорода (ІРАТ НВО «ЧЕРНІГІВЕЛІТКАРТОПЛЯ»).

Методи досліджень: польові, лабораторні, селекційні і статистичні.

У роки досліджень погодні умови впродовж вегетаційного періоду були досить неоднорідні і характеризувались, в окремі дні, критичними температурами – в нічний період 1–2 °С та денний до +34 °С. В червні – липні спостерігали тривалий період без атмосферних опадів чи недостатню їх кількість (найчастіше у вигляді зливних короткотривалих). Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у 2021 році склав 0,8, що вказує на середньо посушливі кліматичні умови, тоді як в 2022 р. ГТК – 1,1, що відповідає достатньому забезпеченню вологою. Дослідження проводили згідно методичних підходів, які використовують у міжнародній практиці у відповідності до вимог ISO та методик наведених в книзі «Картоплярство: методика дослідної справи» (За ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова, 2019) [30, с. 140–145].

Для характеристики гібридного матеріалу визначали ступінь гетерозису:

$$\Gamma = \frac{(F_1 - P_{\max})}{P_{\max}} \times 100,$$

де F_1 – середнє арифметичне значення ознаки у гібрида; P_{\max} – найбільше значення одного з батьків. Ступінь фенотипового домінування обчислювали за формулою В. Griffing [31, с. 303–321]:

$$hp = \frac{(F_1 - M_p)}{(P_{\max} - M_p)},$$

де h_p – ступінь домінування; F_1 – середнє арифметичне значення ознаки у гібрида; M_p – середнє значення обох батьків; P_{\max} – найбільше значення одного з батьків.

Групування отриманих даних проводили відповідно до класифікації G.M. Veil, R.E. Atkins [32, с. 3]:

- гетерозис (наддомінування) $hp > +1$;
- часткове позитивне домінування $+0,5 < hp \leq +1$;
- проміжне успадкування $-0,5 \leq hp \leq 0,5$;
- часткове від'ємне успадкування $-1 \leq hp < -0,5$;
- депресія $hp < -1$.

Кластерний аналіз опрацьовували з використанням пакетів прикладних статистичних програм.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами аналізу успадкування високого прояву врожайності у гібридного матеріалу порівняно до батьківських форм виділено генотипи, що демонструють найвище значення ефекту гетерозису в межах від +25,1% до +78,4%. Встановлено, що серед 32 перспективних гібридів 11 (рис. 1) демонструють перевагу за врожайністю від 4,2 т/га до 13,1 т/га в порівнянні до максимального вираження ознаки одного з батьківських компонентів, а саме: П.19.15/13 (29,8 т/га), П.19.15/16 (28,1), П.19.15/41 (21,5), П.19.15/43 (21,0), П.19.15/26 (20,9) (проти ♂ Світана 16,7 т/га), П.18.76-10 (26,3) (♂ Альянс 15,1 т/га), П.18.42-10 (20,8) (♂ Бажана 12,0 т/га), П.19.81/6 (20,6) (♂ Альянс 15,1 т/га), П.19.32/23 (19,4) (♂ Роставиця 13,0 т/га), П.19.10/7 (18,3) (♀ Джавеліна 12,3 т/га), П.19.34/1 (17,2) (Роставиця 13,0 т/га).

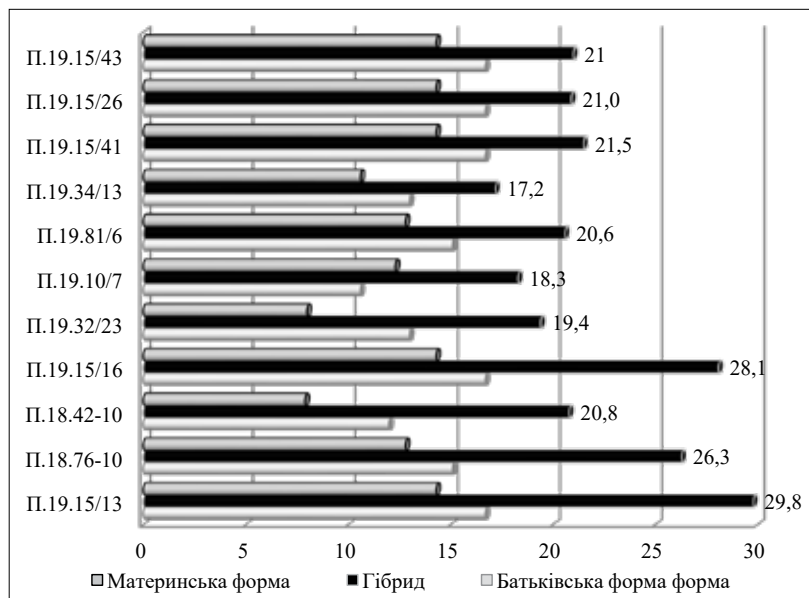


Рис. 1. Гібриди з найбільш вираженим ефектом гетерозису за загальною врожайністю

Високим вираженням продуктивності поміж батьківських форм характеризувалися сорти: Фанатка 14,7 т/га, Альянс 15,1 т/га, Партнер 16,2 т/га, Світана 16,7 т/га і Чарунка 17,2 т/га.

Поміж 32 оцінених гібридів ефект гетерозису за загальною врожайністю виявлено в 27, часткове позитивне домінування в 2, від'ємне успадкування – 2 і депресія в однієї форми (табл. 1).

Таблиця 1

Прояв у гібридів ступеня гетерозису і фенотипового домінування за ознакою «загальна врожайність» (середнє за 2021–2022 рр.)

Назва гібриду	Походження	Врожайність, т/га				Г, %	hp	Тип
		♀	♂	F ₁	F ₁ -P _{max}			
П.18.75/30	Чарунка / Альянс	17,2	15,1	10,8	-6,4	-37,2	-5,4	Д
П.18.75/23				15,4	-1,8	-10,5	-0,8	ВУ
П.18.75-5				19,3	+2,1	+12,2	+3,1	Г
П.19.15/43	Радомисль / Світана	14,3	16,7	21,0	+4,3	+25,7	+4,6	Г
П.19.15/26				20,9	+6,6	+25,1	+4,5	Г
П.19.15/13				29,8	+13,1	+78,4	+11,9	Г
П.19.15/41				21,5	+4,8	+28,7	+5	Г
П.19.15/16				28,1	+11,4	+68,3	+10,5	Г
П.19.13/11	Вигода / Світана	10,6	16,7	19,8	+3,1	+18,6	+2,0	Г
П.19.32/23	Левада / Роставиця	8,0	13,0	19,4	+6,4	+49,2	+3,6	Г
П.19.32/13				16,6	+3,6	+27,7	+2,4	Г
П.19.32/9				16,5	+3,5	+26,9	+2,4	Г
П.18.42-10	Левада / Бажана	7,9	12,0	20,8	+8,8	+73,3	+5,4	Г
П.19.75/6				13,1	+1,1	+9,2	+1,6	Г
П.19.47/25	Фанатка / Джавеліна	14,7	12,3	17,6	+2,9	+19,7	+3,3	Г
П.19.47/37				17,0	+2,3	+15,6	+2,9	Г
П.19.47/24				16,7	+2	+13,6	+2,7	Г
П.19.47/7				16,8	+2,1	+14,3	+2,8	Г
П.19.34/13	Нагорода / Роставиця	10,6	13,0	17,2	+4,2	+32,3	+4,5	Г
П.19.34/1				15,5	+2,5	+19,2	+3,1	Г
П.19.10/7	Джавеліна/ Вигода	12,3	10,6	18,3	+6,0	+48,8	+8,5	Г
П.19.10/1				14,2	+1,9	+15,4	+3,4	Г
П.19.11/6	Джавеліна / Партнер	12,3	16,2	16,7	+0,5	+3,1	+1,3	Г
П.19.33/5	Світана / Роставиця	16,7	13,0	17,8	+1,1	+6,6	+1,6	Г
П.19.33/2				17,0	+0,3	+1,8	+1,2	Г
П.19.33/9				19,4	+2,7	+16,2	+2,5	Г
П.19.81/6	Іванківська рання / Альянс	12,8	15,1	20,6	+5,5	+36,4	+6	Г
П.18.76-10				26,3	+11,2	+74,2	+11,2	Г
П.19.30/14	Межирічка11 / Сонцедар	13,2	15,5	13,6	-1,9	-12,3	-0,7	ВУ
П.19.30/5				19,0	+3,5	+22,6	+4,2	Г
П.19.30/9				15,4	-0,1	-0,6	+0,9	ПД
П.19.52/3	Альянс / Вигода	15,1	10,6	15,2	+0,1	+0,7	+0,7	ПД

Примітка: ♀ – материнська форма, ♂ – батьківська форма, F₁ – гібрид, P_{max} – найбільше значення одного з батьків Г – ступінь гетерозису, hp – ступінь домінування, тип успадкування: Г – гетерозис (наддомінування), ПД – часткове позитивне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ВУ – від'ємне успадкування, Д – депресія.

Прояв, показника ефекту гетерозису за врожайністю в досліджуваних генотипах коливався від $-37,2\%$ до $+78,4\%$. Перевагу за часткою товарності (на 1–8%) серед гібридного матеріалу до батьківської форми продемонстрували генотипи: П.19.15/43 і П.19.15/13 (96%) (проти ♂ Світана 95%), П.19.32/23 (95) (♂ Роставиця 94%), П.19.30/14 (89) (♀ Межирічка 11 88%), П.19.47/7 (93) (♀ Фанатка 91%), П.19.10/1 (85) (♀ Джавеліна 83%), П.18.75/23 (91) (♀ Чарунка 88%), П.19.52/3 (85) (♀ Альянс 82%), П.19.47/37 (95) (♀ Фанатка 91%), П.19.10/7 (87) (♀ Джавеліна 83%), П.19.11/6 (92) (♂ Партнер 84%) в яких показник ефекту гетерозису коливався від $+2,2$ до $+9,5\%$ (рис. 2).

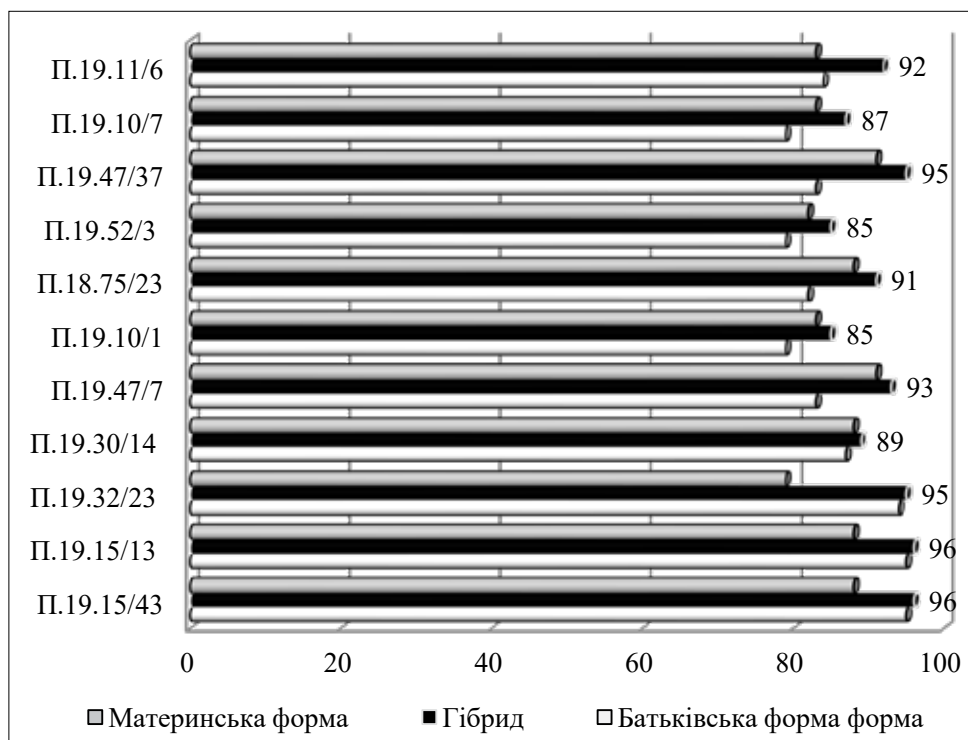


Рис. 2. Гібриди з найбільш вираженим ефектом гетерозису за товарністю

За ступенем фенотипового домінування гібридний матеріал розподілювався наступним чином: гетерозис – 11, часткове позитивне домінування в 6, проміжне успадкування – 6, від'ємне успадкування – 2 і депресія в 7 генотипів. Ефект гетерозису за показником товарності серед перспективного селекційного матеріалу складав від $-13,7\%$ до $+9,5\%$ (табл. 2).

Підвищення продуктивності сортів картоплі можна досягнути збільшенням ваги бульби в вихідному селекційному матеріалі. Підбір батьківських форм здійснюється за принципом, щоб один з батьків доповнював іншого за максимальним виявленням різних елементів структури врожаю, що створює передумови для створення більш високоврожайних гібридів.

Високим значенням середньої маси бульб (> 66 г) серед батьківських форм характеризувалися сорти картоплі: Партнер, Сонцедар, Бажана, Радомисль,

Роста́виця, Іва́нківська ра́ння, Нагоро́да і Світа́на. Залежно від поєднання компонентів схрещування у гібридного матеріалу показник середньої маси бульб коливався в межах 41–106 г. П'ятнадцять перспективних генотипів проявили вище значення відносно до сортів, які використано в схрещуванні (рис. 3).

Таблиця 2

Прояв у гібридів ступеня гетерозису і фенотипового домінування за ознакою «товарність» (середнє за 2021–2022 рр.)

Назва гібриду	Походження	Товарність, %				Г, %	hp	Тип
		♀	♂	F ₁	F ₁ -P _{max}			
П.18.75/30	Чарунка / Альянс	88	82	80	-8	-9,1	-1,7	Д
П.18.75/23				91	+3	+3,4	+2	Г
П.18.75-5				86	-2	-2,3	+0,3	ПУ
П.19.15/43	Радомисль / Світана	88	95	96	+1	+1,1	+1,3	Г
П.19.15/26				84	-11	-11,6	-2,1	Д
П.19.15/13				96	+1	+1,1	+1,3	Г
П.19.15/41				95	0	0	1	ПД
П.19.15/16				95	0	0	1	ПД
П.19.13/11	Вигода / Світана	79	95	91	-4	-4,2	+0,5	ПД
П.19.32/23	Левада / Роста́виця	79	94	95	+1	+1,1	+1,1	Г
П.19.32/13				89	-5	-5,3	+0,3	ПУ
П.19.32/9				88	-6	-6,4	+0,2	ПУ
П.18.42-10	Левада/ Бажана	79	91	90	-1	-1,1	+0,8	ПД
П.19.75/6				83	-8	-8,8	-0,3	ПУ
П.19.47/25	Фанатка / Джавеліна	91	83	86	-5	-5,5	-0,3	ПУ
П.19.47/37				95	+4	+4,4	+2	Г
П.19.47/24				90	-1	-1,1	+0,8	ПД
П.19.47/7				93	+2	+2,2	+1,5	Г
П.19.34/13	Нагоро́да / Роста́виця	89	94	87	-7	-7,4	-1,8	Д
П.19.34/1				89	-5	-5,3	-1	ВУ
П.19.10/7	Джавеліна / Вигода	83	79	87	+4	+4,8	+3	Г
П.19.10/1				85	+2	+2,4	+2	Г
П.19.11/6	Джавеліна / Партнер	83	84	92	+8	+9,5	+17	Г
П.19.33/5	Світана / Роста́виця	95	94	82	-13	-13,7	-25	Д
П.19.33/2				94	-1	-1,1	-1	ВУ
П.19.33/9				90	-5	-5,3	-9	Д
П.19.81/6	Іва́нківська ра́ння / Альянс	92	82	88	-4	-4,3	+0,2	ПУ
П.18.76-10				90	-2	-2,2	+0,6	ПД
П.19.30/14	Межи́річка 11 / Сонцеда́р	88	87	89	+1	+1,1	+3	Г
П.19.30/5				86	-2	-2,3	-3	Д
П.19.30/9				80	-8	-9,1	-15	Д
П.19.52/3	Альянс / Вигода	82	79	85	+3	+3,7	+3	Г

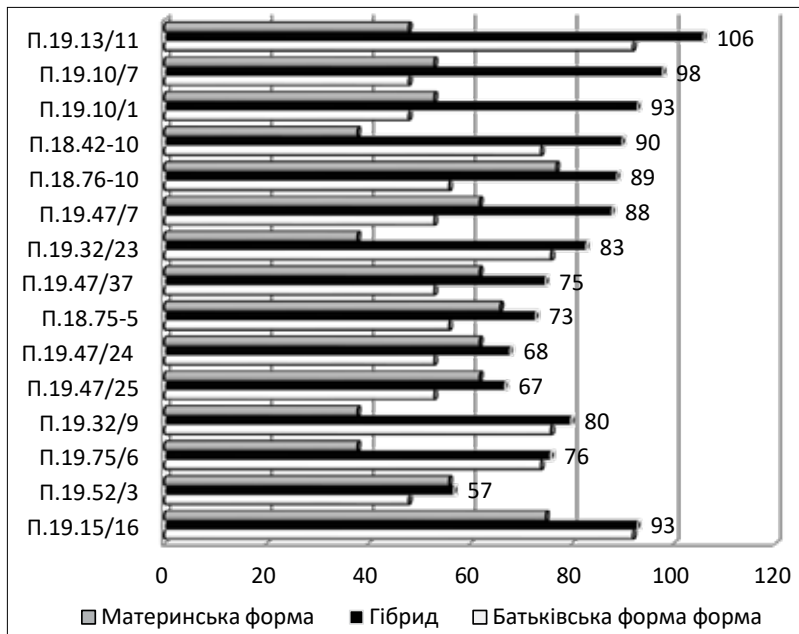


Рис. 3. Гібриди з найбільш вираженим ефектом гетерозису за середньою масою бульб

Встановлено, що значну перевагу за ознакою «середня маса бульб» (> 5 г) до кращого значення батьківської форми продемонстрували гібриди: П.19.47/24 (68 г) (проти ♀ Фанатка 62 г), П.18.75-5 (73) (♀ Чарунка 66 г), П.19.47/37 (75) (♀ Фанатка 62 г), П.19.32/23 (83) (♂ Роставиця 76 г), П.19.47/7 (88) (♀ Фанатка 62 г), П.18.76-10 (89) (♀ Іванківська рання 77 г), П.18.42-10 (90) (♂ Бажана 74 г), П.19.10/1 (93) (♀ Джавеліна 53 г), П.19.10/7 (98) (♀ Джавеліна 53 г) і П.19.13/11 (106) (♂ Світана 92 г). Ефект гетерозису в відмічених генотипах складає від +9,2% до +85%. Розподіл частки показника середньої маси бульб за типом фенотипового домінування в гібридів свідчить, що в 47% матеріалу спостерігається гетерозис, в 22% – проміжне успадкування і депресія, в 6% – часткове позитивне домінування та 3% – від’ємне успадкування. Ефект гетерозису в перспективних селекційних форм характеризувався значним коливанням показника і складав від -40,6% до +85% (табл. 3).

Таблиця 3

Прояв у гібридів ступеня гетерозису і фенотипового домінування за ознакою «середня маса бульб» (середнє за 2021–2022 рр.)

Назва гібриду	Походження	Середня маса бульб, г				Г, %	hp	Тип
		♀	♂	F ₁	F ₁ -P _{max}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
П.18.75/30	Чарунка / Альянс	66	56	46	-20	-30	-3	Д
П.18.75/23				62	-4	-6	+0,2	ПУ
П.18.75-5				73	+7	+10,1	+2,4	Г

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
П.19.15/43	Радомисль / Світана	75	92	92	0	0	+1	ПД
П.19.15/26				63	-29	-31,5	-2,6	Д
П.19.15/13				81	-11	-12	-0,4	ПУ
П.19.15/41				68	-24	-26	-2	Д
П.19.15/16				93	+1	+1,1	+1,1	Г
П.19.13/11	Вигода / Світана	48	92	106	+14	+15	+1,6	Г
П.19.32/23	Левада / Роставиця	38	76	83	+7	+9,2	+1,4	Г
П.19.32/13				53	-23	-30,3	-0,2	ПУ
П.19.32/9				80	+4	+5,3	+1,2	Г
П.18.42-10	Левада / Бажана	38	74	90	+16	+21,6	+1,8	Г
П.19.75/6				76	+2	+2,7	+1,1	Г
П.19.47/25	Фанатка / Джавеліна	62	53	67	+5	+8,1	+2,3	Г
П.19.47/37				75	+13	+21,0	+4,3	Г
П.19.47/24				68	+6	+9,7	+2,5	Г
П.19.47/7				88	+26	+41,9	+7,5	Г
П.19.34/13	Нагорода / Роставиця	82	76	59	-23	-28	-6,7	Д
П.19.34/1				79	-3	-3,7	0	ПУ
П.19.10/7	Джавеліна / Вигода	53	48	98	+45	+85	+23,5	Г
П.19.10/1				93	+40	+76	+21,0	Г
П.19.11/6	Джавеліна / Партнер	53	69	69	0	0	+1	ПД
П.19.33/5	Світана / Роставиця	92	76	70	-22	-24	-1,8	Д
П.19.33/2				81	-11	-12	-0,4	ПУ
П.19.33/9				81	-11	-12	-0,4	ПУ
П.19.81/6	Іванківська рання / Альянс	77	56	69	-8	-10	+0,2	ПУ
П.18.76-10				89	+12	+15,6	+2,2	Г
П.19.30/14	Межирічка11 / Сонцедар	52	69	56	-13	-18,8	-0,6	ВУ
П.19.30/5				45	-24	-34,8	-2	Д
П.19.30/9				41	-28	-40,6	-2,5	Д
П.19.52/3	Альянс / Вигода	56	48	57	+1	+1,8	+1,3	Г

З метою комплексної оцінки досліджуваних гібридів картоплі за проявом кількісних ознак проведено кластерний аналіз за ознаками: «загальна врожайність», «товарність» і «середня маса бульб». Основні результати кластеризації вихідного селекційного матеріалу картоплі за основними господарсько-цінними ознаками представлено на рисунку 4.

Встановлено дві групи розподілу генотипів за кластерним методом на дистанції 100, які об'єднали форми за близькими ознаками. До першого найчисленнішого кластеру входить 24 гібриди. Він складається з двох підкластерів. До першого підкластеру ввійшли селекційні форми: П.19.33/5, П.18.75-5, П.19.81/6, П.19.47/25, П.19.15/26, П.19.75/6, П.19.11/6, П.19.47/24, П.19.15/41, П.19.33/2, П.19.32/23, П.19.47/37, П.19.34/1, П.19.32/9 і П.19.33/9, які характеризуються проявом урожайності в межах 15,5–21,5 т/га, товарності 82–95 % і середньою масою бульб від 63 г до 83 г. До другого підкластеру віднесли гібриди картоплі: П.19.47/7, П.18.42-10, П.19.15/43, П.18.76-10, П.19.15/16, П.19.15/13, П.19.10/1, П.19.10/7 і П.19.13/11. В ній сконцентровано рослини з ознаками, які перевищували середній показник

попередньої групи та демонстрували урожайність в межах 16,8–29,8 т/га, товарність 85–96 % і середню масу бульб 81–106 г. До другого кластеру найбільш віддаленої групи за кількісними показниками віднесено генотипи: П.19.30/9, П.18.75/30, П.19.30/5, П.19.30/14, П.19.32/13, П.19.52/3, П.19.34/13 і П.18.75/23, що продемонстрували нижче значення середнього показника за ознаками: врожайність 10,8–19,0 т/га, товарність 80–91 % і вагу бульби в межах 41–62 г.

Високу харчову цінність картоплі надають вуглеводи у вигляді крохмалю, тому не менш важливим завданням в селекційній роботі є оцінка вихідного матеріалу за вмістом крохмалю. Серед сортів, які залучали в гібридизацію високим вираженням даної ознаки характеризувалися: Нагорода (16,1 %), Іванківська рання (16,2 %), Партнер (17,0 %), Бажана (17,4 %) і Левада (18,0 %). Виділено окремі вихідні селекційні генотипи з високим значенням показника вмісту крохмалю та перевагою до кращого з батьківських компонентів (рис. 5): П.19.47/37 (16,2 %) і П.19.47/24 (16,5 %) (проти ♀ Фанатка 15,1 %), П.19.15/26 (16,4) (♀ Радомисль 14,7 %), П.18.75-5 (16,6) (♀ Чарунка 15,4 %), П.19.33/9 (16,6) і П.19.33/5 (17,0) (♂ Роставиця 15,6 %), П.19.30/9 (17,2) і П.19.30/14 (17,7) (♂ Сонцедар 15,5 %), П.19.34/1 (19,0) (♀ Нагорода 16,1 %), П.19.32/13 (19,8) і П.19.32/9 (20,0) (♀ Левада 18,0 %) та проявом рівня гетерозису в межах від +6,4 % до +18,0 %. У відмічених гібридах спостерігається збільшення вмісту крохмалю в бульбах картоплі на 1,0–2,9 % в порівнянні з вищим значенням однієї із батьківських форм.

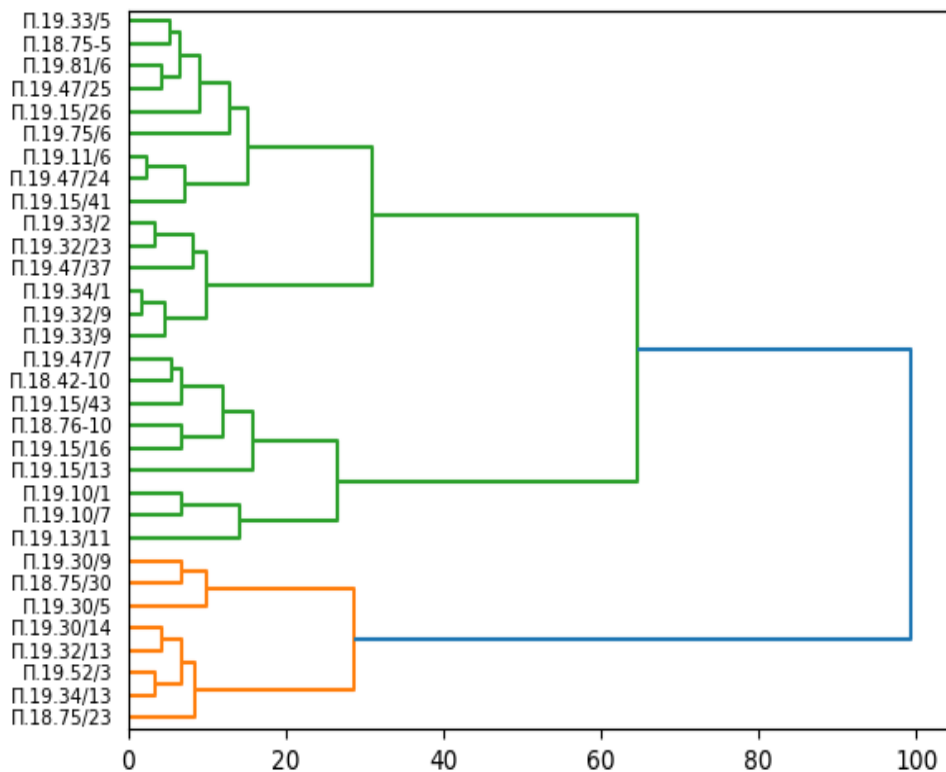


Рис. 4. Кластерний аналіз гібридних форм за кількісними ознаками

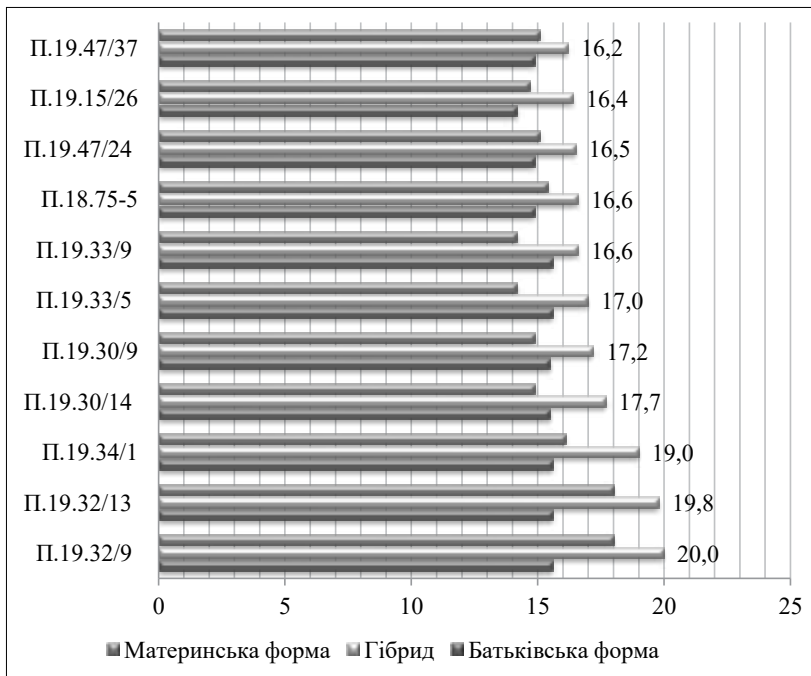


Рис. 5. Гібриди з найбільш вираженим ефектом гетерозису за вмістом крохмалю

Розподіл ступеня фенотипового домінування вмісту крохмалю в генотипах картоплі відмічено наступний: в 56 % гібридів спостерігали наддомінування, 19 % – позитивне домінування, 3 % – проміжне успадкування і від’ємне успадкування та 19 % форм – депресія (табл. 4).

Таблиця 4

Прояв у гібридів ступеня гетерозису і фенотипового домінування за ознакою «вміст крохмалю» (середнє за 2021–2022 рр.)

Назва гібриду	Походження	Вміст крохмалю, %				Г, %	hp	Тип
		♀	♂	F ₁	F ₁ -P _{max}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
П.18.75/30	Чарунка / Альянс	15,4	14,9	15,8	+0,4	+2,6	+2,6	Г
П.18.75/23				15,0	-0,4	-2,6	-0,6	ВУ
П.18.75-5				16,6	+1,2	+7,8	+5,8	Г
П.19.15/43	Радомисль / Світана	14,7	14,2	15,9	+1,2	+8,2	+5,8	Г
П.19.15/26				16,4	+1,7	+11,6	+7,8	Г
П.19.15/13				14,7	0	0	+1,0	ПД
П.19.15/41				11,7	-3	-20,4	-11,0	Д
П.19.15/16				14,7	0	0	+1,0	ПД
П.19.13/11	Вигода / Світана	10,6	14,2	14,9	+0,7	+4,9	+1,4	Г
П.19.32/23	Левада / Роставиця	18,0	15,6	17,7	-0,3	-1,7	+0,8	ПД
П.19.32/13				19,8	+1,8	+10	+2,5	Г
П.19.32/9				20,0	+2	+11,1	+2,7	Г

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
П.18.42-10	Левада / Бажана	18,0	17,4	15,4	-2,6	-14,4	-7,7	Д
П.19.75/6				15,6	-2,4	-13,3	-7,0	Д
П.19.47/25	Фанатка / Джавеліна	15,1	14,9	15,4	+0,3	+2	+4,0	Г
П.19.47/37				16,2	+1,1	+7,3	+12,0	Г
П.19.47/24				16,5	+1,4	+9,3	+15,0	Г
П.19.47/7				15,7	+0,6	+4	+7,0	Г
П.19.34/13	Нагорода / Роставиця	16,1	15,6	15,0	+1,1	-6,8	-3,4	Д
П.19.34/1				19,0	+2,9	+18	+12,6	Г
П.19.10/7	Джавеліна / Вигода	14,9	10,6	15,5	+0,6	+4	+1,3	Г
П.19.10/1				15,2	+0,3	+2	+1,1	Г
П.19.11/6	Джавеліна / Партнер	14,9	17,0	15,7	-1,3	-7,6	-0,2	ПУ
П.19.33/5	Світана / Роставиця	14,2	15,6	17	+1,4	+9	+3,0	Г
П.19.33/2				15,6	0	0	+1,0	ПД
П.19.33/9				16,6	+1,0	+6,4	+2,4	Г
П.19.81/6	Іванківська рання / Альянс	16,2	15,4	14,2	-2	-12,3	-4,0	Д
П.18.76-10				16,2	0	0	+1,0	ПД
П.19.30/14	Межирічка 11 / Сонцедар	14,9	15,5	17,7	+2,2	+14,2	+8,3	Г
П.19.30/5				14,4	-1,1	-7,9	-2,7	Д
П.19.30/9				17,2	+1,7	+11	+6,7	Г
П.19.52/3	Альянс / Вигода	15,4	10,6	14,4	-1,0	-6,5	+0,6	ПД

Якість картоплі нерозривно пов'язана з її споживчими властивостями. Високі споживчі якості картоплі насамперед обумовлений особливостями сорту, ґрунтово-кліматичними умовами та технологією вирощування. Наведені дані свідчать, що серед батьківських форм високе вираження споживчих якостей (> 8,0 балів) проявили сорти: Партнер, Радомисль, Вигода, Сонцедар, Левада, Фанатка, Бажана, Межирічка 11 і Роставиця.

Вище значення споживчих якостей серед гібридного матеріалу в порівнянні до сортів залучених у схрещування проявили одинадцять генотипів з рівнем прояву гетерозису +1,2–+8,8 % (рис. 6).

Перевищення показника за споживчими якостями на 0,3–0,7 балів до кращої за значенням батьківської форми спостерігали у гібридів: П.19.81/6 (8,2 бала) (проти ♂ Альянс 7,9 бала), П.18.75/30 (8,3) і П.18.75/23 (8,7) (♀ сорту Чарунка 8,0), П.19.47/7 (8,5) (♀ Фанатка 8,2), П.19.15/26 (8,6) (♀ Радомисль 8,2), П.19.11/6 (8,6) (♂ Партнер 8,1), П.19.75/6 (8,8) (♂ Бажана 8,5). У виділених селекційних форм рівень ефекту гетерозису коливався в межах від +3,5 % до +8,8 %. Встановлено, що у всіх гібридних комбінаціях із селекційними зразками, що демонструють різний бал споживчих якостей (від 7,4 до 8,8 балів) переважає тип фенотипового успадкування – гетерозис 34 % і проміжне успадкування 31 %. Тоді, як позитивне домінування і депресія складалася в генотипів рівноцінне значення – 13 %, а від'ємне домінування виявлено лише в 9 % форм. Ефект гетерозису серед гібридів характеризувався значним різноманіттям показника від -17,8 % до +8,8 % (табл. 5).

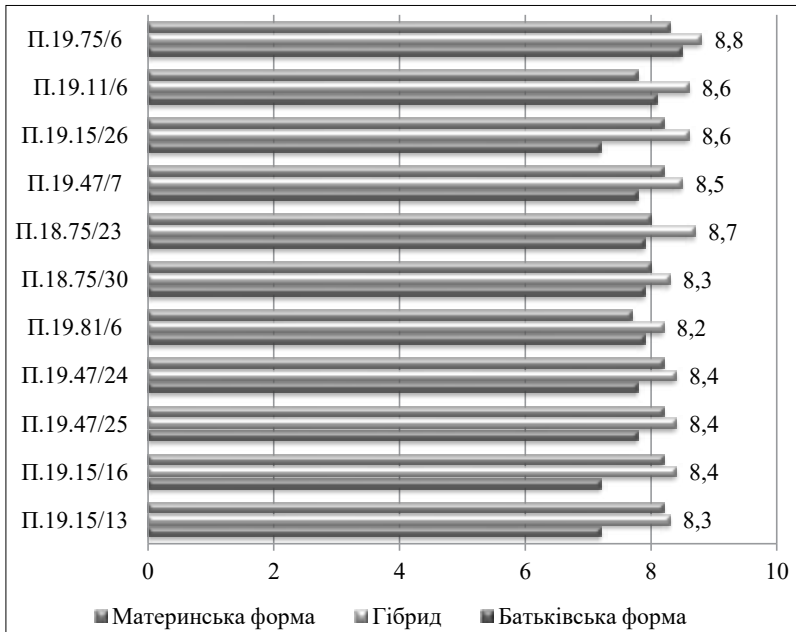


Рис. 6. Гібриди з найбільш вираженим ефектом гетерозису за споживчими якостями

Таблиця 5

Прояв у гібридів ступеня гетерозису і фенотипового домінування за ознакою «споживчі якості» (середнє за 2021–2022 рр.)

Назва гібриду	Походження	Споживчі якості, бал				Г, %	hp	Тип
		♀	♂	F ₁	F ₁ -P _{max}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
П.18.75/30	Чарунка / Альянс	8,0	7,9	8,3	+0,3	+3,8	+7,0	Г
П.18.75/23				8,7	+0,7	+8,8	+15,0	Г
П.18.75-5				8,0	0	0	+1,0	ПД
П.19.15/43	Радомисль / Світана	8,2	7,2	8,2	0	0	+1,0	ПД
П.19.15/26				8,6	+0,4	+4,7	+1,8	Г
19.15/13				8,3	+0,1	+1,2	+1,2	Г
П.19.15/41				8,2	0	0	+1,0	ПД
П.19.15/16				8,4	+0,2	+2,4	+1,4	Г
П.19.13/11	Вигода / Світана	8,3	7,2	8,0	-0,3	-3,6	+0,5	ПУ
П.19.32/23	Левада / Роставиця	8,3	9	8,8	-0,2	-2,2	+0,4	ПУ
П.19.32/13				8,7	-0,3	-3,3	+0,1	ПУ
П.19.32/9				8,2	-0,8	-8,9	-1,3	Д
П.18.42-10	Левада / Бажана	8,3	8,5	8,1	-0,4	-4,7	-3,0	Д
П.19.75/6				8,8	+0,3	+3,5	+4,0	Г
П.19.47/25	Фанатка / Джавеліна	8,2	7,8	8,4	+0,2	+2,4	+2,0	Г
П.19.47/37				8,1	-0,1	-1,2	+0,5	ПУ
П.19.47/24				8,4	+0,2	+2,4	+2,0	Г
П.19.47/7				8,5	+0,3	+3,7	+2,5	Г

Закінчення таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
П.19.34/13	Нагорода / Роставиця	7,7	9	8,2	-0,8	-8,9	-0,2	ПУ
П.19.34/1				7,4	-1,6	-17,8	-1,5	Д
П.19.10/7	Джавеліна / Вигода	7,8	8,3	8,0	-0,3	-3,6	-0,2	ПУ
П.19.10/1				8,1	-0,2	-2,4	+0,2	ПУ
П.19.11/6	Джавеліна / Партнер	7,8	8,1	8,6	+0,5	+6,2	+4,3	Г
П.19.33/5	Світана / Роставиця	7,2	9	8,0	-1,0	-11,1	-0,1	ПУ
П.19.33/2				8,2	-0,8	-8,9	+0,1	ПУ
П.19.33/9				8,4	-0,6	-6,7	+0,3	ПУ
П.19.81/6	Іванківська рання / Альянс	7,7	7,9	8,2	+0,3	+3,8	+4,0	Г
П.18.76-10				7,6	-0,3	-3,8	-2,0	Д
П.19.30/14	Межирічка11 / Сонцедар	8,6	8,3	8,3	-0,3	-3,5	-1,0	ВУ
П.19.30/5				8,3	-0,3	-3,5	-1,0	ВУ
П.19.30/9				8,6	0	0	+1,0	ПД
П.19.52/3	Альянс / Вигода	7,9	8,3	7,9	-0,4	-4,8	-1,0	ВУ

Формування кластерів у дослідженнях якісних ознак «вміст крохмалю» і «споживчі якості» в гібридному матеріалі розпочалося на відстанях генетичних дистанцій 10. За результатами ієрархічного кластерного аналізу вся сукупність вивчених ліній була поділена на два кластери, які різнилися за рівнем прояву ознак (рис. 7).

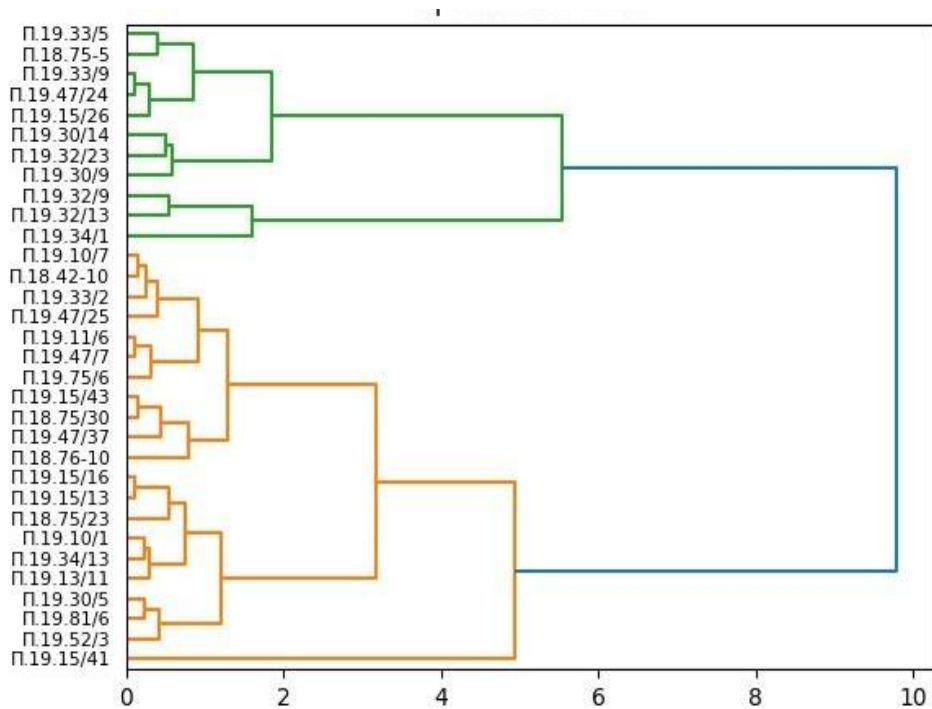


Рис. 7. Кластерний аналіз гібридних форм за якісними ознаками

Найбільшу кількість ліній охоплює другий кластер (оранжевий колір), який розташований в нижній частині дендрограми (21 генотип). При цьому в його межах можна виділити три підкластери: до першого входить лише гібрид П.19.15/41 (найнижчі значення середнього показника за досліджуваними ознаками серед всього матеріалу); до другого підкластеру занесено зразки, які характеризуються вмістом крохмалю в межах 14,2–15,2% та споживчими якостями на рівні 7,9–8,3 балів: П.19.52/3, П.19.81/6, П.19.30/5, П.19.13/11, П.19.34/13, П.19.10/1, П.18.75/23, П.19.15/13 і П.19.15/16; тоді як форми третього підкластеру: П.18.76-10, П.19.47/37, П.18.75/30, П.19.15/43, П.19.75/6, П.19.47/7, П.19.11/6, П.19.47/25, П.19.33/2, П.18.42-10 і П.19.10/7 продемонстрували вище значення якісних ознак до попередніх підкластерів, а саме за вмістом крохмалю на рівні 15,4–16,2% і 7,6–8,8 балів за смаковими якостями. Найбільш віддаленим у багатомірному евклідовому просторі є перший кластер, до якого входять одинадцять генотипів і складається з двох підкластерів. Перший підкластер в даному кластері найбільш численний та характеризується гібридами з вмістом крохмалю в межах 16,4–17,7% і споживчими якостями 8–8,8 балів: П.19.33/5, П.18.75-5, П.19.33/9, П.19.47/24, П.19.15/26, П.19.30/14, П.19.32/23 і П.19.30/9. Другий підкластер складається з трьох зразків: П.19.32/9, П.19.32/13 і П.19.34/1, що демонструють найвищий вміст крохмалю (19–20,0%) та споживчі якості в межах 7,4–8,7 балів.

Висновки та рекомендації. Встановлено, що у 84% досліджуваних перспективних гібридів успадкування врожайності спостерігається за типом наддомінування. Найвищий прояв продуктивності проявили 11 генотипів картоплі, в яких показник зріс від 4,2 т/га до 13,1 т/га у порівнянні до однієї з батьківських форм, а ступень гетерозису знаходився в межах від +25,1% до +78,4%.

Перевагу за часткою товарності до батьківської форми від 1% до 8% продемонстрували 11 гібридів з рівнем гетерозису в межах +1,1–+9,5. Ступінь фенотипового домінування за даною ознакою в селекційних форм складає: з позитивним домінуванням – 53%, проміжним успадкуванням – 19% і негативним домінуванням – 28%.

Виділено 10 гібридів, які мають перевагу за ознакою «середня маса бульб» (> 5 г) до кращого значення батьківської форми та з ефектом гетерозису від +9,2% до +85%. За типом фенотипового успадкування середньої маси бульби в перспективних формах спостерігається розподіл частки: 56% з позитивним домінуванням, 19% проміжним і 25% негативним домінуванням.

За застосування кластерного аналізу з 32 перспективних вихідних форм з використання групування кількісних ознак виділено 9 найкращих гібридів, що демонструють максимальні значення основних показників.

За рівнем прояву ступеня домінування щодо вмісту крохмалю встановлено, що 75% перспективних селекційних форм характеризуються позитивним фенотиповим домінуванням, в яких відмічено збільшення крохмалю в бульбах картоплі на 1,2–2,9% у порівнянні з вищим значенням однієї з батьківських форм.

В результатами ієрархічного кластерного аналізу виділено групу генотипів першого кластеру, які мають підвищений вміст крохмалю $\geq 16,4\%$ і споживчі якості $\geq 8,0$ балів.

Для покращення селективних ознак при створенні нових сортів картоплі рекомендуємо залучати в селекційний процес виділені гібриди: П.19.47/7 (Фанатка / Джавеліна), який характеризується гетерозисом за всіма параметрами; П.19.15/43, П.19.15/16 (Радомисьль / Світана) і П.19.47/24 (Фанатка / Джавеліна) проявили гетерозис і позитивне домінування за окремими ознаками; П.19.47/25,

П.19.47/37 (Фанатка / Джавеліна), П.19.10/7, П.19.10/1 (Джавеліна / Вигода), П.18.75-5 (Чарунка / Альянс), і П.19.11/6 (Джавеліна / Партнер), які демонструють гетерозис, позитивне домінування і проміжне успадкування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bradshaw J.E. A Brief History of the Impact of Potato Genetics on the Breeding of Tetraploid Potato Cultivars for Tuber Propagation. *Potato Res.* 2022. Vol. 65. Is. 3. P. 461–501. URL: <https://doi.org/10.1007/s11540-021-09517-w>
2. Muthoni J., Shimelis H., Melis R., Kabira J. Reproductive biology and early generation's selection in conventional potato breeding. *Australian Journal of Crop Science.* 2012. Vol. 6. No. 3. P. 488–497.
3. Bonierbale M.W., Amoros W.R., Salas E., de Jong W. Potato Breeding. In: Campos H., Ortiz O. (eds). *The Potato Crop.* Springer, Cham. 2020. P. 163–217 URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_6
4. Подгаєцький А. А., Собран І. В., Андрущенко А. М. Характеристика компонентів беккросування міжвидових гібридів за продуктивністю. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю з дня народження доктора с.-г. наук, професора, Гончарова Миколи Дем'яновича, (м. Суми, 24–25 травня 2019 р.).* Суми, 2019. С. 67–68.
5. Подгаєцький А. А., Собран І. В., Кіндрюшенко В. Г. Продуктивність потомства від беккросування міжвидових гібридів картоплі. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю з дня народження доктора с.-г. наук, професора, Гончарова Миколи Дем'яновича, (м. Суми, 24–25 травня 2019 р.).* Суми, 2019. С. 69–70.
6. Оничко В. І. Характеристика гібридних комбінацій у селекції картоплі за вмістом сухої речовини. *Картоплярство : міжвід. темат. наук. зб. ІК УААН.* Київ : Нора-Принт, 2000. Вип. 30. С. 194–198.
7. Влох В., Дудар І., Литвин О. Критерії продуктивності сіяньців картоплі, створених за участі в генеалогічній сукупності сорту Карпатський. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія.* 2016. № 20. С. 122–126.
8. Гнітецький М. О. Особливості прояву господарських ознак серед потомства від міжвидових і міжсортових схрещувань картоплі. Дис. на здобуття наук. ступеня доктора філософії за спец. 201 «Агрономія». Сумський національний аграрний університет. Суми. 2021. С. 1–199.
9. Gopal J. Heterosis Breeding in Potato. *Agricultural Research* 2014. Vol. 3. Is. 3. P. 204–217. URL: <https://doi.org/10.1007/s40003-014-0120-z>.
10. Mullin, R., & Lauer, F. I. Breeding behavior of F1 and inbred potato clones. In *Proceedings of the American Society for Horticultural Science.* 1966. Vol. 89. P. 449–455.
11. Ільчук Р. В., Ільчук Ю. Р. Успадкування врожайності у гібридного потомства картоплі, отриманого від самозапилення та міжсортового схрещування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2020. Вип. 67 (І). С. 72–83. URL: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-5](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-5).
12. Dawei Li, Xiaoyue Lu, Yanhui Zhu, Jun Pan, Shaoqun Zhou, Xinyan Zhang, Guangtao Zhu, Yi Shang, Sanwen Huang and Chunzhi Zhang. The multi-omics basis of potato heterosis. *Journal of Integrative Plant Biology.* 2022. Vol. 64. Is. 3. P. 671–687. URL: <https://doi.org/10.1111/jipb.13211>.
13. Тактаєв Б. А. Використання гетерозису в селекції картоплі. *Картоплярство України.* Київ, 2010. № 3–4 (20–21). С. 12–15.
14. Завірюха П. Д., Неживий З. П., Андрійчук К. А., Шощька О. М. Дослідження селекційної цінності гібридних популяцій сіяньців картоплі F₁. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2014. Том 24. Випуск 11. С. 98–104.

15. FAO. FAOSTAT. World tuber area harvested. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy: FAO. 2021. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#-data> [accessed 2021 Feb 21]
16. James R. Adams, Michiel E. de Vries, Chaozhi Zheng, Fred A. van Eeuwijk. Little heterosis found in diploid hybrid potato: The genetic underpinnings of a new hybrid crop. *G3 Genes|Genomes|Genetics*. 2022. Vol. 12. Is. 6, jkac076. P. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1093/g3journal/jkac076>
17. Hirsch C. N., Hirsch C. D., Felcher K., Coombs J., Zarka D., Van Deynze A., ... & Buell C. R. Retrospective view of North American potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding в 20th і 21st centuries. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 2013. Vol. 3. Iss. 6. P. 1003–1013. URL: <https://doi.org/10.1534/g3.113.005595>.
18. Mendoza H. A., Haynes F. L. Genetic foundations heterosis for yield in autotetraploid potato. *Theoretical and applied Genetics*. 1974. Vol. 45. Is. 1. P. 21–25. URL: <https://doi.org/10.1007/BF00281169>.
19. Завірюха П. Д. Вплив вихідних компонентів схрещування на формування селекційно-цінних ознак у гібридних нащадків картоплі. *Вісник Львівського національного екологічного університету: Агронімія*. 2022. № 26 С. 121–127. URL: <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.121>
20. Simmonds N. Principles of Crop Improvement. New York (NY): Longman Group. 1979. 408 p.
21. Xu X., Pan S., Cheng S., Zhang B., Mu D., Ni P., Zhang G., Yang S., Li R., Wang J. et al. Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature*. 2011. Vol. 475. No. 7355. P. 189–195. URL: <https://doi.org/10.1038/nature1015/>
22. Kazuyuki M., Kenji A., Seiji T., Takashi N., Motoyuki M. Challenges of breeding potato cultivars to grow in various environments and to meet different demands. 2015. Vol. 65. Is. 1. P. 3–16. URL: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.65.3>
23. Jansky S. H., Spooner D. M. The evolution of potato breeding. *Plant Breed Rev*. 2017. Vol. 41. P. 169–211. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/9781119414735.ch4>
24. Bradshaw J. E. Potato breeding at the Scottish Plant Breeding Station and the Scottish Crop Research Institute: 1920–2008. *Potato Research*. 2009. Vol. 52. Is. 2. P. 141–172. URL: <https://doi.org/10.1007/s11540-009-9126-5>.
25. Ільчук Р. В. Використання різностороннього генетичного фонду картоплі в селекції на високу крохмалистість бульб. *Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання* : міжнар. наук.-практ. конф. Львів – Оброшино, 2005. С. 113.
26. Завірюха П., Неживий З., Костюк Б., Вихованець В. Результати селекції картоплі на комплекс цінних господарських і біологічних ознак. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агронімія*. 2018. № 22. Т. 1. С. 133–144.
27. Осипчук А. А. Селекція картоплі на початку ХХІ століття. *Картоплярство України*. 2005. № 1. С. 7–8.
28. Sattar M., Uddin M., Islam M., Bhuiyan M., & Rahman M. Genetic Divergence In Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 2011. Vol. 36. Is. 1. P. 165–172. URL: <https://doi.org/10.3329/bjar.v36i1.9240>
29. Бондарчук А. А., Олійник Т. М., Фурдига М. М. та ін. Картоплярство: Селекція / за ред. А. А. Бондарчука, Т. М. Олійник. Вінниця : ТОВ «Твори», 2020. 624 с.
30. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Олійник Т. М. та ін. Картоплярство: Методика дослідної справи / за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 625 с.
31. Griffing V. Analysis of guatitative gene-acrion by constant parent regression and related technigues. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
32. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. № 39. P. 3.

УДК 631.81:635.657:631.53.027

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.23>

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА СИМБІОТИЧНУ ТА ЗЕРНОВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ НУТУ

Побережна Л.В. – аспірантка кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У статті обґрунтовано важливість проведення позакореневих підживлень макро і мікроелементами рослин нуту в поєднанні із інокуляцією насіння. Проведення інокуляції насіння та позакореневе підживлення такими мікроелементами як бор (В) і молібден (Мо) у фазі інтенсивного росту (фаза бутонізації) має суттєвий вплив на симбіотичну та зернову продуктивність нуту.

Актуальність даних досліджень полягає в тому, що нут (*cicer arietinum*) є досить перспективною зернобобовою культурою, але мало вивченою, особливо в умовах Лісостепу західного.

Особливості технології вирощування суттєво впливають на ростові процеси і розвиток рослин нуту, а саме обробка насіння біоінокулянтом на основі живих мікроорганізмів *Mezorhizobium ciceri* і позакореневі підживлення мікродобривами. У симбіозі з азотфіксуючими бактеріями нут здатен засвоїти 80–150 кг/га азоту у діючій речовині.

За умов обробки насіння нуту біоінокулянтом Андерізі® та дворазового підживлення мікродобривами збільшуються показники польової схожості, висоти рослин та густоти стояння, що в остаточному результаті позитивно впливає на зернову продуктивність рослин нуту, порівняно з контролем без обробки насіння.

Досліджено, що максимальну врожайність нуту на всіх трьох досліджуваних сортах отримали за поєднання внесення мінеральних добрив дозою діючої речовини $N_{30}P_{20}K_{30}$, проведення позакореневого підживлення рослин нуту бором (В), (перше внесення – фаза бутонізації, друге внесення через 10–12 днів) та молібденом (Мо) (внесення – фаза бутонізації) із обробкою насіння біоінокулянтом Андерізі®.

Порівнюючи варіанти дослідів з мікродобривами, варіанти із внесенням бору мали показники врожайності значно вищі, за варіанти досліджень із внесенням молібдену.

Отже, застосування інокуляції насіння, мінеральних добрив та позакореневого підживлення рослин позитивно активізувало процеси росту і розвитку рослин і сприяло зростанню врожайності зерна нуту.

Ключові слова: нут, сорт, мікроелементи, мікродобрива, бульбочкові бактерії, інокуляція.

Poberezhna L.V. Influence of extra-root nutrition and seed inoculation on symbiotic and grain productivity of chickpea

The article substantiates the importance of foliar feeding with macro and microelements of chickpea plants in combination with seed inoculation. Seed inoculation and foliar fertilization with trace elements such as boron (B) and molybdenum (Mo) in the phase of intensive growth (budding phase) has a significant effect on the symbiotic and grain productivity of chickpea plants.

The relevance of these studies lies in the fact that chickpea (*Cicer arietinum*) is a fairly promising leguminous crop, but is researched little, especially in the conditions of the Western Forest-Steppe.

Features of growing technology have a significant impact on the growth processes and development of chickpea plants, namely, seed treatment with a bioinoculant based on living microorganisms *Mezorhizobium ciceri* and foliar top dressing with micro fertilizers. In symbiosis with nitrogen-fixing bacteria, chickpea is able to absorb 80–150 kg/ha of nitrogen in the active substance.

When chickpea seeds are treated with Anderiz bioinoculant and double fertilized with micro fertilizers, field germination, plant height, and standing density increase, which ultimately positively affects the grain productivity of chickpea plants compared to control without seed treatment.

It was investigated that the maximum yield of chickpeas on all three researched varieties was obtained by a combination of applying mineral fertilizers with a dose of the active substance $N_{30}P_{20}K_{30}$, carrying out foliar feeding of chickpea plants with boron (B), (the first application is the budding phase, the second application after 10–12 days) and molybdenum (Mo) (introduction – budding phase) with seed treatment with bio-inoculant Anderiz®.

Comparing the variants of experiments with micro fertilizers, the variants with the introduction of boron had yields significantly higher than the variants of studies with the introduction of molybdenum.

Consequently, the use of seed inoculation, mineral fertilizers, and foliar feeding of plants positively activated the processes of plant growth and development, and contributed to the growth of chickpea grain yield.

Key words: chickpeas, variety, seeds, diseases, fungicides, vegetation period.

Постановка проблеми. Розробка агротехнічних прийомів і технологічних заходів сортової технології вирощування нуту в умовах Лісостепу західного за використання інокуляції насіння та внесення макро і мікродобрив.

Нут має важливе агротехнічне значення. Завдяки біологічній фіксації азоту, нут зберігає та покращує родючість ґрунту, залишаючи в ґрунті 100–120 кг/га біологічного азоту. Використовує малодоступні для зернових культур мінеральні сполуки як з орного шару, так і з більш глибоких шарів ґрунту, є добрим попередником для більшості сільськогосподарських культур [1, с. 543].

Застосування біологічних інокулянтів на основі живих мікроорганізмів *Mezorhizobium ciceri* і позакореневі підживлення мікродобривами мікродобрив у технології вирощування нуту дозволяє підвищувати врожайність та знижувати собівартість продукції. Бульбочкові бактерії, завдяки механізмам біологічної фіксації молекулярного азоту та перетворенню його в доступну для рослин нуту форму, здатні значною мірою забезпечувати потреби культури у цьому елементі [2, с. 64].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Однією з цінних бобових культур у світі є нут. Зерно нуту за доступністю та кількістю амінокислот переважає інші бобові культури, особливо за вмістом метіоніну та триптофану, та є важливим джерелом рослинного білка, що обумовлює важливе значення цієї культури у харчовій промисловості [2, с. 65].

Зерно нуту містить до 34 % білка, а технологія вирощування характеризується невибагливістю до умов родючості ґрунту та стійкою посухостійкістю. Саме останній фактор актуальний для розвитку вітчизняного сільського господарства, що все більше стає залежними від зміни і коливання погодно-кліматичних умов.

У сільськогосподарському виробництві до останнього часу аграрії приділяли недостатньо уваги нуту, хоча ця культура є добрим попередником у сівозміні та має безліч інших корисних властивостей [3, с. 1].

Нут є невибагливою культурою щодо ґрунтів, він добре росте на чорноземах, темно-каштанових та інших ґрунтах із реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5–8,5). Рослини нуту добре реагують на збалансоване живлення, ефективно використовують післядію органічних і мінеральних добрив, які вносилися під попередню культуру [4, с. 12].

Аналізуючи дослідження та публікації вчених щодо підвищення ефективності мінерального живлення зернобобових рослин, бачимо, що особлива увага приділяється внесенню мікроелементів які в свою чергу впливають на ріст, розвиток та зернову продуктивність рослин.

Як зазначає Москалець В. В. насамперед це такі мікроелементи як бор, молібден, мідь, цинк, залізо, марганець, кобальт, магній та сірка. За їхньої відсутності не може нормально розвиватися жодна рослина. Нестача мікроелементів

знижує врожайність, збільшує ймовірність ураження хворобами та погіршує якість зерна [5, с. 19].

Особлива увага при вирощуванні зернобобових культур відводиться процесам інокуляції. Обробка насіння нуту інокулянтами є обов'язковим технологічним заходом.

Для інокуляції насіння нуту використовуємо біоінокулянт Андерізі®. Обробка насіння нуту біоінокулянтом сприяє формуванню потужного азотфіксуючого апарату на коренях рослин, інтенсифікації їх розвитку. Обробку проводять, уникаючи попадання прямих сонячних променів [4, с. 14].

Постановка завдання. Польові та лабораторні дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. згідно з методиками з дослідної справи на колекційно-дослідних ділянках Кам'янець-Подільського фахового коледжу НДЦ «Поділля» ЗВО «Подільський державний університет» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області.

Об'єкт дослідження – процеси розвитку рослин, вплив інокуляції насіння та мікродобрив на формування врожаю зерна нуту, залежно від сортових особливостей.

Предмет дослідження – сорти нуту, його реакція на обробку насіння інокулянтом та внесення мікродобрив.

Згідно схеми польового дослідження проводили вивчення впливу інокуляції насіння в поєднанні з мікродобривами на продуктивність зерна нуту.

Посівна площа загальної ділянки складала 45,0, облікової – 25,2 м², при чотириразовому повторенні. Щорічно закладали польовий дослід, з сортами Ярина, Скарб, Пам'ять, спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см).

Дослідження проводили за інтенсивною технологією вирощування зерна нуту для умов Лісостепу західного.

У досліді застосовували агротехніку загальноприйняту для даної зони. Попередник нуту – пшениця озима.

Погодні умови в роки досліджень (2021–2023) впродовж вегетації рослин нуту характеризувалися за кількістю опадів і температурним режимом в загальному сприятливими для росту та розвитку рослин.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий середньопотужний важкосуглинковий на лесі. Дослідна ділянка характеризувалася наступними агрофізичними та агрохімічними властивостями ґрунту. Щільність твердої фази шару ґрунту 0–30 см становила 2,58 г/м³, щільність зложення – 1,17–1,25 г/м³, загальна пористість – 51,6–54,7%, вміст азоту за Корнфільдом – 13,6–14,2, фосфору та калію за Чириковим – 15,7–16,4 і 22,4–26,3 мг на 100 г ґрунту, ємність поглинання і сума поглинутих основ відповідно 33–36 і 30–33 мг/екв на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність – 2,3–2,8 мг/екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 94,7–99,0%.

Клімат зони помірний, сума активних температур, в середньому, складає 2765 °С. Кількість опадів в регіоні коливається в межах 495–645 мм.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур залежить не лише від ефективної взаємодії рослини господаря та бульбочкових бактерій але і від окремих елементів технології вирощування, а саме: виду інокулянту, використання та способи і строки внесення мінеральних та мікродобрив, а також морфорегуляторів тощо.

Андерізі® – біопрепарат для інокуляції насіння нуту та інших бобових. Андерізі® Інокулянт – суперконцентрат з додатковою фосфор-мобілізацією у рідкій

формі Компонент 1: життєздатні клітини бульбочкових бактерій, які мають унікальну симбіотичну спорідненість до певного виду бобових культур: для сої – *Bradyrhizobium japonicum*, для вики – *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, для квасолі – *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, для нуту – *Mezorhizobium ciceri*, для люцерни – *Sinorhizobium* sp. та ін. Компонент 2: фосформобілізуючий гриб *Penicillium bilaii* Загальний титр – $1,0\text{--}3,0 \times 10^9$ КУО/см³ має дві препаративні форми – рідку та торфову [6, с. 9].

Основні переваги біоінокулянту Андерізі®:

- фіксує атмосферний азот (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворює його у доступну форму, покращує азотний режим ґрунту для наступних культур;

- перетворює ґрунтові фосфати в легкозасвоювані для рослин форми, що покращує фосфорне живлення;

- синтезує рістстимулюючі речовини (вітаміни, фітогормони тощо), що підвищують системну стійкість до несприятливих умов та фітопатогенів;

- сприяє інтенсивності фотосинтезу, розвитку потужної кореневої системи;

- розкриває генетичний потенціал урожайності сортів, яий зростає на 10–25 %, а також підвищує вміст білка, жирів та вітамінів групи В [6, с. 1].

Найкраще забезпечення сільськогосподарських культур мікроелементами – проведення позакореневого підживлення рослин нуту бором (В) та молібденом (Мо), в дослідженні використовуємо мікродобриво Квантум БОР АКТИВ+МОЛІБДЕН (В+Мо) (перше внесення – 2–5 листочків, в нормі 0,5 л/га, друге внесення – фаза бутонізації, початок цвітіння, в нормі 1,0 л/га). Саме таким шляхом ми можемо забезпечити потребу рослин нуту в мікроелементах та ефективно впливати на симбіотичну та зернову продуктивність нуту.

Квантум БОР АКТИВ+МОЛІБДЕН (В+Мо) – високоефективне рідке борне добриво. Добриво додатково збагачено молібденом та кобальтом. Рекомендовано для підживлення бобових культур та для вирощування рослин на кислих ґрунтах.

Хімічний склад та властивості: В – 12,0 % (120 г/л), N – 4,7 % (47 г/л), Мо – 0,6 % (6 г/л), Со – 0,04 % (0,4г/л), рН – 7,0–8,0, густина – 1,23–1,28 кг/л [7, с. 1].

Достатня забезпеченість бором позитивно впливає на необхідний для поділу і розтягнення клітин меристем, тому відсутність або нестача бору призводять до раннього відмирання точок росту кореня і стебла. Від наявності бору залежить утворення і функціонування бульбочок на коренях бобових рослин, оскільки бор приймає активну участь у розвитку і функціонуванні судинної системи рослин [8, с. 254].

Молібден входить до складу основного ферменту азотфіксації – він бере участь у роботі ферментів, які забезпечують транспортування азоту з коренів рослин у листки. Потреба в молібдені у рослин найменша в порівнянні з іншими мікроелементами [9, с. 61].

Результатами досліджень встановлено, що в західному Лісостепу України використання високоефективного рідкого борного добрива із молібденом та інокулянту Андерізі® на досліджуваних сортах нуту порівняно із звичайною технологією цієї зернобобової культури створює кращі умови для формування симбіотичного потенціалу та суттєво впливає на збільшення врожаю (табл. 1).

Основним завданням наших досліджень було, встановити вплив ґрунтово-кліматичних і метеорологічних чинників зони, мінеральних макро і мікродобрив на особливості росту, розвитку і продуктивність рослин та якість насіння різностиглих сортів нуту.

Таблиця 1
Урожайність сортів нуту в роки досліджень залежно від інокуляції насіння та мікродобрив (середнє за 2021–2023 рр., т/га)

Сорт (Фактор А)	Передпосівне внесення мінеральних добрив (Фактор В)	Позакореневе підживлення мікродобривами (Фактор С)	Середня урожайність	Прибавка врожаю ± до контролю	
				т/га	%
Ярина	Без внесення добрив	Контроль	1,55	–	–
		Бор (В)+ Молибден (Мо)	1,77	0,22	14,2
	N ₃₀	Контроль	1,55	–	–
		Бор (В)+Молибден (Мо)	1,83	0,28	18,1
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Контроль	1,55	–	–
		Бор (В)+Молибден (Мо)	2,24	0,69	44,5
Скарб	Без внесення добрив	Контроль	1,61	–	–
		Бор (В)+Молибден(Мо)	1,76	0,15	9,3
	N ₃₀	Контроль	1,61	–	–
		Бор (В)+Молибден(Мо)	1,94	0,33	20,5
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Контроль	1,61	–	–
		Бор (В)+Молибден(Мо)	2,42	0,81	50,3
Пам'ять	Без внесення добрив	Контроль	1,68	–	–
		Бор (В)+Молибден(Мо)	1,87	0,19	11,3
	N ₃₀	Контроль	1,68	–	–
		Бор (В)+Молибден(Мо)	1,97	0,29	17,3
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Контроль	1,68	–	–
		Бор (В)+Молибден(Мо)	2,54	0,86	51,2

Таким чином з проведених досліджень і впливу на урожайність від використання вище наведених факторів бачимо, що внесення Квантум бор актив + молибден збільшило врожайність в середньому по сортах 0,19 т/га, що складає 14,5 %.

Значення азотного живлення підвищило продуктивність сортів нуту до 0,3 т/га відносно контролю, що склало 18,6 %. Не дивлячись на значне зростання вартості комплексних добрив їх частка в продуктивності нуту вагома, а ще краще коли ми поєднуємо їх із внесенням мікродобрив в період вегетації. Це видно із проведених досліджень де додатково отримана частка прибавки урожаю склала від 0,69 до 0,86 т/га, в середньому це 0,79 т/га, або це зростання на 48,7 відсотка.

Висновки та пропозиції. Використання системи живлення комплексних добрив при посіві та мікродобрив в період вегетації в значні мірі розкривають генетичний потенціал сортів нуту, їх продуктивність, якісні показники зерна, що в кінцевому результаті значно підвищують окупність вирощування культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 4-те вид. Львів, 2014. 1040 с.
2. Логоша Ю.М., Халеп О.В, Воробей Ю.О. Економічна та біоенергетична ефективність бактеризації нуту штамом *Mesorhizobium Cicerind-64*. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 31. С. 64–71.

3. Юрій КЕРНАСЮК. Перспективний нут: Технологія вирощування нуту в Україні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/10611-perspektyvnyi-nut.html>
4. Марков І. Як отримати високий урожай нуту. *Агробізнес сьогодні*. 2019. № 16. С. 12–19.
5. Москалець В. В., Шинкаренко В. К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 3. С. 20.
6. Інокулянти. Каталог біологічних препаратів. URL: <https://btu-center.com/upload/2022/Inoculyanty.pdf>
7. Квантум: добрива та технології майбутнього – вже сьогодні. Каталог. URL: <https://quantum.ua/ua/monoelementni-mikrodobryva/kvantum-bor-aktiv-molibden-bmo>
8. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Макрушин та ін. Вінниця : Нова книга, 2006. 416 с.
9. Чумак А., Довгаюк-Семенюк М. Молібден та соя: можливості й проблеми. *Пропозиція*. 2017. № 2. С. 60–62.

УДК 635.64:631.526.3:631.55(477.74)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.24>

ОСОБЛИВОСТІ ПЛОДОНОШЕННЯ ГІБРИДІВ ТОМАТА ЧЕРРІ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Попова Л.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри польових і овочевих культур,
Одеський державний аграрний університет

Латюк Г.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри польових і овочевих культур,
Одеський державний аграрний університет

Викладено результати вивчення динаміки досягання, характеристики суцвіть і плодів та продуктивності закордонних гібридів томата черрі в умовах Південного Степу України. Встановлено, що шість китиць сформували гібрид Бейбітом F_1 та контрольний гібрид Черрі Віннер F_1 , а гібриди Кьюпід F_1 , Тімоушин F_1 , Панарес F_1 сформували по вісім китиць. У гібриду Кьюпід F_1 формування і досягання першої китиці спостерігалось на 5 дб раніше контролю. У гібридів Тімоушин F_1 , Панарес F_1 перша китиця досягла відповідно на дві та одну добу раніше контролю, а у гібриду Бейбітом F_1 – одночасно з контролем. Найменша кількість суцвіть формувалась в контрольного гібриду Черрі Віннер F_1 та гібриду Бейбітом F_1 , при цьому у гібридів Черрі Віннер F_1 і Панарес F_1 – суцвіття просте, Тімоушин F_1 , Бейбітом F_1 просте + 20 – 30 % проміжне, в гібриду Кьюпід F_1 просте + 25 % проміжне, а 5 – 6 китиць – складні. Найбільші плоди формувались у гібриду Тімоушин F_1 в якого середня маса плоду на 7,0 г більше контрольного гібриду Черрі Віннер F_1 (28,3 г). Гібриди Кьюпід F_1 , Панарес F_1 і Бейбітом F_1 за цим показником поступались контролю на 5,6, 8,2 та 10,7 г відповідно. У контрольного гібриду Черрі Віннер F_1 висота плоду децю переважала діаметр, що забезпечило індекс форми 1,1. Близьким до контролю за морфологічними характеристиками були плоди гібриду Тімоушин F_1 , в якого навпаки діаметр плоду на 4 мм переважав висоту при індексі форми плоду 0,9. У гібридів Панарес F_1 і Бейбітом F_1 плоди були найменші за розмірами і мали індекс форми відповідно 1,04 та 1,03. У гібриду Кьюпід F_1 плоди характеризувались циліндричною формою та були середні за масою при індексі форми плоду 1,5. Встановлено, що у гібриду Тімоушин F_1 в середньому

за роки досліджень товарна врожайність складала 5,12 кг/м² і перевищувала контроль на 1,89 кг/м² або 58,5%. Істотно перевищував контроль за величиною товарного врожаю і гібрид Панареє F₁. Товарна врожайність цього гібриду в середньому за три роки складала 3,52 кг/м², що перевищує контроль на 0,29 кг/м² або 8,9%. Найнижчою товарною врожайністю, яка складала в роки досліджень 1,66 кг/м², що менше контролю на 1,57 кг/м² характеризується гібрид Бейбітом F₁.

Ключові слова: томат черрі, гібрид, товарні плоди, індекс форми, врожайність.

Popova L.M., Latiuk G.I. Specifics of fruiting of cherry tomato hybrids in the conditions of the Ukrainian Southern Prairie

The results of studying the dynamics of ripening, characteristics of inflorescences and fruits and productivity of foreign hybrids of cherry tomato in the conditions of the Ukrainian Southern Prairie are presented. It was discovered that six racemes were formed by the Baby Tom F₁ hybrid and the control hybrid – Cherry Winner F₁, and the Cupid F₁, Timoushin F₁, Panarea F₁ hybrids formed eight racemes each. In the Cupid F₁ hybrid, the formation and ripening of the first cluster was observed 5 days earlier than in the control. In the Timoushin F₁ and Panarea F₁ hybrids, the first panicle ripened two and one day earlier than in the control, respectively, and in the Baby Tom F₁ hybrid – simultaneously with the control. The smallest number of inflorescences was formed in the control Cherry Winner F₁ hybrid and Baby Tom F₁ hybrid, while in Cherry Winner F₁ and Panarea F₁ hybrids – simple inflorescence, Timoushin F₁ Babytom F₁ – simple + 20 – 30% intermediate, in the Cupid F₁ hybrid – simple + 25% intermediate, and 5 – 6 racemes – complex. The largest fruits were observed in the Timoushin F₁ hybrid, which the average fruit weight was 7.0 g more in than the Cherry Winner F₁ control hybrid (28.3 g). The Cupid F₁, Panarea F₁ and Baby Tom F₁ hybrids were 5.6, 8.2 and 10.7 g less than the control, respectively. The Cherry Winner F₁ control hybrid had a slightly higher fruit height than diameter, which provided a shape index of 1.1; the fruits of the Timoushin F₁ hybrid were close to the control in terms of morphological characteristics, where, on the contrary, the fruit diameter was 4 mm higher than the height with a fruit shape index of 0.9. In the Panarea F₁ and Baby Tom F₁ hybrids, the fruits were the smallest in size and had a shape index of 1.04 and 1.03, respectively. The fruits of the Cupid F₁ hybrid were characterised by cylindrical shape and bowls were average in weight with a fruit shape index of 1.5. It was found that in the Timoushin F₁ hybrid, on average, over the years of research, the marketable yield was 5.12 kg/m² and exceeded the control by 1.89 kg/m² or 58.5%. The Panarea F₁ hybrid also significantly exceeded the control in terms of marketable yield. The marketable yield of this hybrid averaged 3.52 kg/m² over three years, which exceeded the control by 0.29 kg/m² or 8.9%. The lowest marketable yield, which amounted to 1.66 kg/m² during the years of research, which is 1.57 kg/m² less than the control, is characterised by the Baby Tom F₁ hybrid.

Key words: Cherry tomato, hybrid, marketable fruit, shape index, yield.

Постановка проблеми. Томат є однією з найпопулярніших овочевих культур у світі та найбільш цінною городньою культурою в Україні, де вона вирощується майже повсюдно. За останні роки споживання плодів цієї культури в Європі зросло на 5%, а в США – на 18% [4, с. 252; 5, с. 19].

Широкого поширення томат отримав завдяки своїм високим смаковим і поживним якостям та можливості використання в їжу як в свіжому, так і в переробленому вигляді. З плодів томата готують сік, пасту, їх солять і маринують. Недавні дослідження довели високу ефективність томата як профілактичного засобу від виникнення серцево – судинних захворювань.

Останнім часом високої популярності набули томати черрі і коктейль, які часто мають виражений солодкий, практично десертний смак, що підвищує їх дієтичну цінність і загальну привабливість для споживача. Окрім цього, як правило, плоди їх відрізняються підвищеним вмістом розчинних сухих речовин – 8–12% проти 4–6% у звичайних [4, с. 252; 5, с. 19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними багатьох дослідників [2, с. 104; 4, с. 252; 5, с. 19] томати черрі це найдрібніші культурні сорти томатів, які популярні як в торговій мережі, так і в ресторанному бізнесі в якості закусок і в салатах. Томати черрі вважають досить близькими, але не зовсім ідентичними

диким предкам сучасних сортів і гібридів томата. Вони часто відрізняються більш насиченим смаком порівняно зі звичайними томатами. За розмірами томати черрі мають широкі варіації від розміру нігтя великого пальця (thumb tip) до м'яча для гри в гольф. Їх форма також змінюється від сферичної до овальної. Хоча більш видовжені форми відносять до сливовидних томатів (plum tomatoes). Також існують і виноградні томати (grape tomatoes) [3, с. 2].

Незважаючи на те, що за кордоном такі томати вже давно користуються широким попитом, в нашій країні вони поки не отримали заслуженого визнання. Їх явна перевага – невибагливість і адаптивність, пов'язана з тим, що вони генетично близькі до деяких дикорослих видів, які більш життєстійкі [4, с. 252; 5, с. 19]. Сьогодні професіонали в основному працюють з гібридами томата черрі, а не з сортами [1, с. 4].

Ключовим фактором при виборі томатів на ринку є їх зовнішній вигляд. Покупці завжди оцінюють томати спочатку за зовнішньою свіжістю, відсутністю пошкоджень, щільністю і забарвленням. Далі переваги поділяються залежно від країни: в Голландії і деяких скандинавських країнах перевага надається китицевим томатам, в Німеччині, Франції та більшості інших країн більш популярними є поштучні томати без пакування.

Новими на ринку томати іншої (не округлої) форми або забарвлення можуть залишатися досить довго, до декількох років. Яскравий приклад – томати черрі, що збираються китицями [3, с. 2]. Основні вимоги щодо вирощування таких томатів порівняно з гібридами, які збираються поштучно, це використання гібридів з дуже однорідним закладанням плодів. При цьому, при їх вирощуванні необхідно забезпечити отримання суцвіть високої якості як за рахунок створення стабільного мікроклімату в теплиці, так і шляхом нормування навантаження китиць залежно від гібриду (по 12–16 плодів).

Техніка збирання врожаю для китицевих томатів докорінно відрізняється від збирання звичайних гібридів: китиці укладаються прямо в ящики, які зважуються після збору врожаю. Навесні збір проводять 1 раз, влітку – 2 рази на тиждень. При цьому відмічаються менші затрати праці, хоча середній урожай на 10 % нижче в порівнянні з урожаєм поштучно збираних плодів [4, с. 252; 5, с. 19].

Переважає більшість затребуваних плодів черрі має округлі червоні плоди, але є і національні особливості: італійці вважають за краще плоди циліндричної форми, а японці рожеве забарвлення плодів. Особливі томати (мають іншу форму або забарвлення плоду) займають дуже незначну частку ринку, хоча їх вартість набагато вище традиційних томатів. Такі плоди використовують для особливих випадків: для прикраси блюд, в стравах середземноморської кухні, для сервірування страв в цивільній авіації. Незважаючи на це, споживання томата черрі щорічно зростає в зв'язку з їх зручністю для дитячого харчування, високих смакових якостей і інших корисних властивостей.

В зв'язку з цим метою досліджень було вивчення особливостей росту і плодоношення нових гібридів томата черрі при вирощуванні в плівковій теплиці в умовах Південного Степу України. В задачі досліджень входило вивчення особливостей динаміки досягання, характеристики суцвіть і плодів та продуктивності нових гібридів томата черрі.

Постановка завдання. Досліди проводились протягом 2019–2021 років на дослідному полі компанії «Ісіда – 2012» в с. Великий Дальник Біляївського району Одеської області.

Досліджувались гібриди Черрі Віннер F₁ (контроль), Кьюпід F₁, Тімоушин F₁, Панарес F₁, Бейбітом F₁. Рослини вирощували у плівковій теплиці. Повторність

досліді 4–х кратна. Розмір облікової ділянки – 5 м². Для садіння використовували розсаду віком 30–31 добу, яка мала 4–5 справжніх листочків, не пошкоджену, з добре розвинутою кореневою системою.

Касетну розсаду висаджували за схемою 150 × 30 см, що забезпечило густоту рослин 2,2 шт./м². Догляд за рослинами в досліді проводили згідно загальноприйнятої технології вирощування з використанням системи краплинного зрошення.

В процесі досліджень вивчали характеристику суцвіть та динаміку досягання плодів; проводили облік врожаю за зборами на всіх повтореннях, з сортуванням плодів на товарні і нетоварні; визначали масу товарних плодів гібридів черрі (1, с. 4; 6, с. 186; 7, с. 596; 8, с. 41).

Виклад основного матеріалу дослідження. При аналізі динаміки досягання плодів у гібридів томата черрі встановлено що гібриди формували від 6 до 8 китиць за період вегетації. Шість китиць формували гібрид Бейбітом F₁ та контрольний гібрид Черрі Віннер F₁, а гібриди Кьюпід F₁, Тімоушин F₁, і Панарес F₁ формували по вісім китиць.

Раніше всіх формування і досягання першої китиці (на 5 діб раніше контролю) відмічено у гібриду Кьюпід F₁. У гібридів Тімоушин F₁, Панарес F₁ перша китиця достигла відповідно на дві та одну добу раніше контролю, а у гібриду Бейбітом F₁ – одночасно з контролем. Особливістю гібриду Бейбітом F₁ є дружне досягання плодів на китицях. При досяганні другої китиці спостерігалась аналогічна тенденція. У гібриду Тімоушин F₁ третя китиця достигла сьомого серпня, що на шість діб раніше контролю, а в гібридів Бейбітом F₁ і Кьюпід F₁ – на чотири доби раніше гібриду Черрі Віннер F₁ і тільки в гібриду Панарес F₁ досягання третьої китиці спостерігалось на дві доби пізніше контрольного гібриду (табл. 1).

Що стосується четвертої–шостої китиць, то вони достигали з інтервалом в тиждень, в тій же послідовності що і третя. Сьома китиця достигла у гібридів Тімоушин F₁ та Панарес F₁ четвертого вересня, а у гібриду Кьюпід F₁ п'ятого вересня, восьма – 10–11 та 12 вересня відповідно.

Таблиця 1

Динаміка досягання плодів іноземних гібридів

Гібрид	Дати досягання китиць							
	I китиця	II китиця	III китиця	IV китиця	V китиця	VI китиця	VII китиця	VIII китиця
Черрі Віннер F ₁ (к)	25.07	6.08	13.08	18.08	24.08	5.09	–	–
Кьюпід F ₁	20.07	26.07	9.08	16.08	23.08	29.08	5.09	12.09
Тімоушин F ₁	23.07	30.07	7.08	14.08	21.08	28.08	4.09	11.09
Панарес F ₁	24.07	1.08	15.08	22.08	26.08	29.08	4.09	10.09
Бейбітом F ₁	25.07	29.07	9.08	17.08	25.08	31.08	–	–

Важливим показником для характеристики гібриду являються особливості формування його репродуктивних органів. Досліджувані гібриди відрізняються за кількістю суцвіть в середньому на кущі. Найменша кількість суцвіть формувалась в контрольного гібриду Черрі Віннер F₁ та гібриду Бейбітом F₁ – шість, а гібриди Кьюпід F₁, Тімоушин F₁, Панарес F₁ сформували по вісім суцвіть.

У гібридів Черрі Віннер F₁ та Бейбітом F₁ перше суцвіття закладалось над п'ятим листком, а наступні через три листки, в гібридів Кьюпід F₁, Тімоушин F₁, Панарес F₁ перше – над шостим – сьомим, наступні через 3–4 листки.

Суцвіття у гібридів, що вивчалися відрізнялися за будовою. Так, у гібридів Черрі Віннер F₁ і Панареє F₁ формувались прості суцвіття, у гібридів Тімоушин F₁ Бейбітом F₁ – прості + 20–30 % проміжні, а в гібриду Кьюпід F₁ суцвіття прості + 25 % проміжні, а 5–6 китиці – складні (табл. 2).

В зв'язку з тим, що суцвіття томата черрі істотно різняться за структурою (компактні, нещільні, середньо – щільні) та за довжиною (короткі, середні і довгі), більш яскравим і достовірним показником продуктивності гібриду буде кількість плодів на суцвітті та їх маса.

Найбільшою середньою кількістю плодів в суцвітті характеризується гібрид Панареє F₁. За цим показником він перевищує на 3–4 плоди контрольний гібрид Черрі Віннер F₁, в якого формувалось 23–24 плоди. Гібриди Кьюпід F₁, Тімоушин F₁ і Бейбітом F₁ за кількістю плодів в суцвітті поступались контролю на 2–3 плоди.

Таблиця 2

Характеристика суцвіть гібридів помідора черрі, 2019–2021 рр.

Гібрид	Кількість суцвіть на рослині, шт.	Висота закладання суцвіть, листок		Тип суцвіття	Кількість плодів у суцвітті, шт.
		першого	наступних		
Черрі Віннер F ₁ (к)	6	5	3	просте	23,2
Кьюпід F ₁	8	5	3	просте + 25 % проміжне, а 5 і 6 китиці складні	21,3
Тімоушин F ₁	8	6–7	частіше 3 рідше – 4	просте + 20 % проміжне	20,1
Панареє F ₁	8	6–7	рідше – 3 частіше – 4	просте	26,5
Бейбітом F ₁	6	6–7	3–4	просте + 30 % проміжне	20,4
НІР ₀₅					0,8

Дуже важливим при вирощуванні гібридів томата черрі є величина плодів. Як вже відмічалось, одержання високих урожаїв томата істотно залежить від гібриду, його генетичних особливостей, а також від умов вирощування.

З даних таблиці 3 видно, що найкрупніші плоди формувалися у гібриду Тімоушин F₁ в якого середня маса плоду на 7,0 г більше контрольного гібриду Черрі Віннер F₁ (28,3 г). Гібриди Кьюпід F₁, Панареє F₁ і Бейбітом F₁ поступались контролю за масою плодів на 5,6, 8,2 та 10,7 г відповідно.

У контрольного гібриду Черрі Віннер F₁ висота плоду дещо переважала діаметр, що забезпечило індекс форми 1,1. Дещо відрізнялися від контролю за морфологічними характеристиками плоди гібриду Тімоушин F₁, в якого навпаки діаметр плоду на 4 мм переважав висоту. Індекс форми плодів гібриду Тімоушин F₁ склав 0,9.

У гібридів Панареє F₁ і Бейбітом F₁ плоди були найменші за розмірами і мали індекс форми відповідно 1,04 та 1,03. У гібриду Кьюпід F₁ плоди характеризувались циліндричною формою та були середні за масою при індексі форми плоду 1,5 (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристика плодів гібридів, 2019–2021 рр.

Гібрид	Середня маса товарного плоду, г	Висота плоду, см	Діаметр плоду, см	Індекс форми плоду	Кількість камер в плодах, шт.	Дегустаційна оцінка, бал
Чері Віннер F ₁ (к)	28,3	3,6	3,3	1,1	2	4,8
Кьюпід F ₁	22,7	4,1	2,8	1,5	2	4,8
Тімоушин F ₁	35,3	3,2	3,6	0,9	2	4,0
Панареє F ₁	20,1	2,8	2,7	1,04	2	4,3
Бейбігом F ₁	17,6	2,6	2,5	1,03	2	5,0
НІР ₀₅	2,1					

Що стосується смакових характеристик плодів досліджуваних гібридів то найвищий бал при дегустаційній оцінці отримав гібрид Бейбігом F₁, в якого плоди дуже смачні, солодкі за смаком та вирівнянні за розмірами.

Деяко поступаються йому за дегустаційною оцінкою (4,8), плоди гібридів Черрі Віннер F₁ та Кьюпід F₁, які мають, відповідно, солодкий смак та щільний м'якуш і солодкий смак та тонку шкірку. Значно нижчу дегустаційну характеристику (4,3) мають плоди гібриду Панареє F₁ з солодко – кислуватим смаком. Плоди гібриду Тімоушин F₁, отримали найнижчий бал дегустаційної оцінки – 4,0, вони мали кислуватий смак однак були вирівнянні за розмірами. Плоди всіх гібридів мали однакову кількість насінневих камер.

Встановлено, що гібрид Тімоушин F₁ забезпечив отримання найвищого товарного врожаю. В середньому за роки досліджень товарна врожайність цього гібриду склала 5,12 кг/м² і перевищувала контроль на 1,89 кг/м² або 58,5 % (рис. 1).

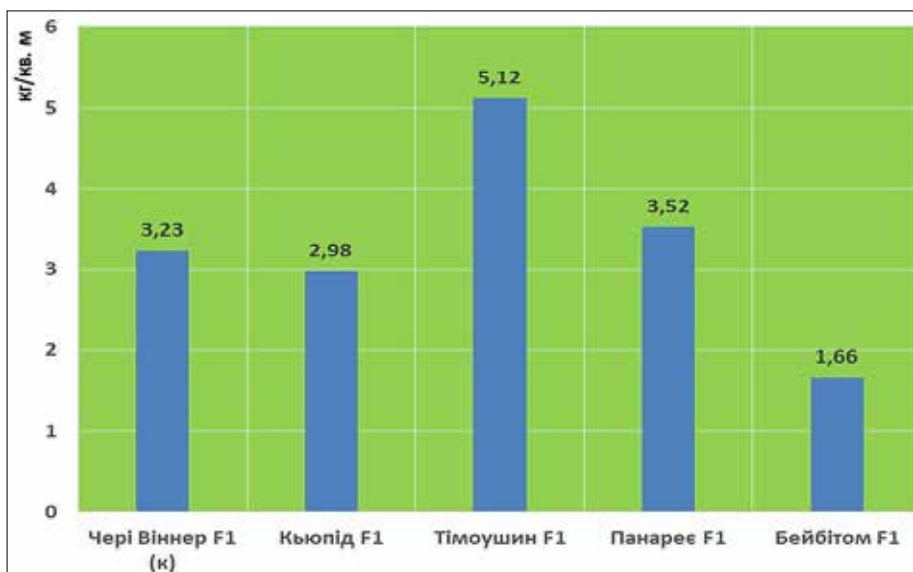


Рис. 1. Продуктивність гібридів томата черрі, 2019–2021 рр.

Перевищував контроль за величиною товарного врожаю і гібрид Панареє F₁. Товарна врожайність цього гібриду в середньому за три роки склала 3,52 кг/м², що більше контролю на 0,29 кг/м² або 8,9 %. Найнижчою товарною врожайністю, яка склала в середньому за роки досліджень 1,66 кг/м², що менше контролю на 1,57 кг/м² характеризується гібрид Бейбітом F₁.

Контрольний гібрид Черрі Вінер F₁ за величиною товарного врожаю в розрізі варіантів займав проміжне місце. В середньому за роки досліджень цей показник у нього склав 3,23 кг/м².

Висновки і пропозиції. Вирощування даного набору гібридів томата черрі дозволяє отримувати продукцію впродовж 38–53 діб з високою товарністю плодів.

Найскоростиглишим та найпродуктивнішим з групи досліджуваних є гібрид Тімоушин F₁, який формує вісім китиць на рослині з найбільшими плодами середньою масою 35,3 г. Товарна урожайність його в середньому складає 5,12 кг/м² і перевищує контроль на 1,89 кг/м² або 58,5 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вирощування томата у плівкових теплицях : рекомендації / Г. І. Яровий та ін. Харків : Плеяда, 2008. 20 с.
2. Досвід виробництва та маркетингу овочів в Україні: результати досліджень Проекту аграрного маркетингу за 2004–2005 рр. / Ю.І. Сологуб та ін. ; за ред. Ю.І. Сологуба. Київ : ППФ «Інфорт», 2006. 384 с.
3. Cherry tomato URL: <http://en.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 08.09.2022).
4. Кравченко В.А., Дрокін М.Д., Гнатюк Г.Г. Методика селекції овочевих рослин родини пасльонових (Solanaceae) / за ред. Т. К. Горової, К. І. Яковенко. *Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур*. Харків: 2001. С. 252–287.
5. Кравченко В., Дрокін М. Українські гібриди помідорів. *Пропозиція*. 1997. № 6. С. 19–20.
6. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Бондаренка Г. Л. і Яковенка К. І. Харків : Основа, 2001. 369 с.
7. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність / С. О. ред. Ткачик ; укл. З. Б. Києнко, Н. В. Лещук та ін. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : Український інститут експертизи сортів рослин, 2016. 1145 с.
8. Методика проведення експертизи сортів рослин картоплі та груп овочевих, баштанних, пряно-смакових на придатність до поширення в Україні (ПСР) / за ред. Ткачик С. О. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 95 с.

УДК 635.655:631.527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.25>

ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ ГОРОХУ НА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА

Рибальченко А.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,

Полтавський державний аграрний університет

Косенко В.Ю. – студент магістратури,

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Полтавського державного аграрного університету

Важливим заходом для покращення урожайності гороху є дотримання технології вирощування даної культури. Поряд з іншими елементами технології вирощування такими як вибір попередника, обробіток ґрунту, догляд за посівами, добір сорту є визначення оптимальної площі живлення рослин, що досягається правильно підбраною нормою висіву насіння на гектар з урахуванням ґрунтово-кліматичної зони вирощування.

У статті наведено результати дослідження, що виконані на актуальну тематику з вивчення впливу норм висіву на формування елементів структури і урожайності зерна гороху. Дослідження проводили в триразовому повторенні, відповідно до схеми досліджуваного застосовували чотири норми висіву: 0,8 млн/га, 1,0 млн/га, 1,2 млн/га та 1,4 млн/га схожих насінин. Досліджуваний сорт – Аватар. Під час проведення досліджень визначали такі показники як висота рослин, кількість бобів на рослині, кількість зерна з рослини, маса 1000 зерен, урожайність.

За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільшу кількість бобів на рослині було сформовано за норм висіву насіння 0,8 млн/га та 1,0 млн/га – 4,6 шт. Зі збільшенням норм висіву цей показник зменшувався і становив відповідно при нормі висіву 1,2 млн/га – 4,5 шт., а при нормі висіву 1,4 млн/га – 4,2 шт. Максимальна кількість зерен на рослині сформована за норми висіву 0,8 млн/га – 19,4 шт., а також при нормі висіву 1,0 млн/га – 19,0 шт. Загущення посівів призвело до певного зменшення кількості зерен на рослині і становило відповідно 18,2 шт. при нормі висіву 1,2 млн/га та 15,6 шт. за норми висіву 1,4 млн/га. Відповідно показник кількості зерен у бобі був найвищим за норми висіву 0,8 млн/га – 4,2 шт. За норми висіву 1,0 млн/га кількість зерен у бобі становила 4,1 шт., при нормі висіву 1,2 млн/га – 4,0 шт., за норми висіву 1,4 млн/га – 3,7 шт.

Маса зерна з рослини становила 7,27 г при нормі висіву 0,8 млн/га та зменшувалася при збільшенні норм висіву. Відповідно при нормі висіву 1,0 млн/га становила 7,14 г, при нормі висіву 1,2 млн/га – 7,02 г, при нормі висіву 1,4 млн/га – 6,54 г. Маса 1000 змінювалася від 225,2 г при нормі висіву 0,8 млн/га до 208,7 г при нормі висіву 1,4 млн/га.

Урожайність гороху за роками досліджень відрізнялася. У 2022 році за норми висіву 0,8 млн/га урожайність становила 3,58 т/га, за 1,0 млн/га – 3,72 т/га, за 1,2 млн/га – 3,37 т/га, 1,4 млн/га – 3,15 т/га. Середня урожайність за 2022 рік була найвищою і становила 3,45 т/га. В 2023 році показники урожайності за усіма варіантами були досить низькими і становили за норми висіву 0,8 млн/га – 2,53 т/га, за 1,0 млн/га – 2,75 т/га, за 1,2 млн/га – 2,44, за 1,4 млн/га – 2,32 т/га. Середня урожайність у 2023 році була найнижчою за роки проведення досліджень і становила 2,51 т/га. У 2021 році урожайність становила при 0,8 млн/га – 3,21 т/га, при 1,0 млн/га – 3,34 т/га, при 1,2 млн/га – 3,12 т/га, при 1,4 млн/га – 3,02 т/га. Середня урожайність 2021 року становила 3,17 т/га.

На урожайність гороху протягом років проведення дослідження впливали як ідротермічні умови вегетаційного періоду, так і норма висіву насіння. За результатами досліджень встановлено, що оптимальною нормою висіву гороху сорту Аватар в умовах Лісо-степу України є 1,0 млн/га.

Ключові слова: горох, сорт, норма висіву, елементи структури, продуктивність, урожайність.

Rybalchenko A.M., Kosenko V.Yu. Influence of pea seeding rates on the formation of structural elements and grain yield

An important measure to improve pea yields is to comply with the technology of growing this crop. Along with other elements of the cultivation technology such as the choice of a predecessor,

soil cultivation, crop care, and variety selection, it is important to determine the optimal plant nutrition area, which is achieved by a properly selected seeding rate per hectare, taking into account the soil and climatic zone of cultivation.

The article presents the results of a study conducted on the actual topic of the influence of sowing rates on the formation of structural elements and grain yield of peas. The study was conducted in triplicate, according to the scheme of the experiment, four seeding rates were used: 0.8 million/ha, 1.0 million/ha, 1.2 million/ha and 1.4 million/ha of germinating seeds. The variety under study is Avatar. During the research, the following parameters were determined: plant height, number of beans per plant, number of grains per plant, weight of 1000 grains, and yield.

According to the results of the conducted research, it was found that the largest number of beans per plant was formed at seeding rates of 0.8 million/ha and 1.0 million/ha – 4.6 pcs. With increasing seeding rate, this indicator decreased and amounted to 4.5 pcs. at a seeding rate of 1.2 million/ha, and 4.2 pcs. at a seeding rate of 1.4 million/ha. The maximum number of grains per plant was formed at a sowing rate of 0.8 million/ha – 19.4 pcs. and at a sowing rate of 1.0 million/ha – 19.0 pcs. Thickening of crops led to a certain decrease in the number of grains per plant and amounted to 18.2 pcs. at a sowing rate of 1.2 million/ha and 15.6 pcs. at a sowing rate of 1.4 million/ha, respectively. Accordingly, the number of grains in the bean was the highest at a sowing rate of 0.8 million/ha – 4.2 pcs. At a sowing rate of 1.0 million/ha, the number of grains per bean was 4.1, at a sowing rate of 1.2 million/ha – 4.0, and at a sowing rate of 1.4 million/ha – 3.7.

The weight of grain per plant was 7.27 g at a sowing rate of 0.8 million/ha and decreased with increasing sowing rate. Accordingly, at a sowing rate of 1.0 million/ha it was 7.14 g, at a sowing rate of 1.2 million/ha – 7.02 g, at a sowing rate of 1.4 million/ha – 6.54 g. The weight of 1000 varied from 225.2 g at a sowing rate of 0.8 million/ha to 208.7 g at a sowing rate of 1.4 million/ha.

Pea yields varied over the years of research. In 2022, at a sowing rate of 0.8 million/ha, the yield was 3.58 t/ha, at 1.0 million/ha – 3.72 t/ha, at 1.2 million/ha – 3.37 t/ha, and at 1.4 million/ha – 3.15 t/ha. The average yield in 2022 was the highest and amounted to 3.45 t/ha. In 2023, the yields for all variants were quite low and amounted to 2.53 t/ha at a seeding rate of 0.8 million/ha, 2.75 t/ha at 1.0 million/ha, 2.44 t/ha at 1.2 million/ha, and 2.32 t/ha at 1.4 million/ha. The average yield in 2023 was the lowest for the years of research and amounted to 2.51 t/ha. In 2021, the yield was 3.21 t/ha at 0.8 million/ha, 3.34 t/ha at 1.0 million/ha, 3.12 t/ha at 1.2 million/ha, and 3.02 t/ha at 1.4 million/ha. The average yield in 2021 was 3.17 t/ha.

The pea yield during the years of the study was influenced by both the hydrothermal conditions of the growing season and the seeding rate. According to the results of the research, it was found that the optimal seeding rate for peas of the Avatar variety in the forest-steppe of Ukraine is 1.0 million/ha.

Key words: peas, variety, seeding rate, structural elements, productivity, yield.

Постановка проблеми. Новітні технології вирощування зернобобових культур, зокрема гороху, повинні бути орієнтовані на управління процесами формування високої зернової продуктивності, а також спрямовуватися на використання культурою можливого біологічного потенціалу продуктивності [9, с. 52]. Варто зазначити, що урожайність гороху значною мірою залежить від власне генетичного потенціалу сорту. В Україні створені, а також рекомєдовані для вирощування різні сорти за морфологією сорти гороху. Зокрема, перебудова архітектоніки листкового апарату є однією з головних причин потужного прогресу селекції культури. Зараз немає необхідності доводити перевагу кращих вусатих сортів перед листочковими в контексті технології їх вирощування [6, с. 83].

Запровадження у виробництво новітніх сортів гороху вусатого типу потребує досліджень з вивчення питання норми висіву з урахуванням погоднокліматичних умов. Для нормального росту і розвитку рослин потрібна відповідна площа живлення, за якої вони будуть мати достатньо поживних речовин та вологи для створення необхідної вегетативної маси, а також формування зерна [8, с. 53].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з головних умов підвищення валового збору зерна гороху та зростання параметрів ефективності його виробництва є розробка та запровадження у виробництво новітніх технологічних

прийомів підвищення продуктивності культури [5, с. 73; 12, с. 42]. Агротехніка вирощування гороху завжди повинна забезпечувати сприятливі умови для росту і розвитку рослин на кожному етапі органогенезу [11, с. 85].

Площа живлення рослин є важливим фактором досягнення високих і стабільних урожаїв гороху. У зв'язку з цим серед заходів, спрямованих на підвищення продуктивності сортів гороху (*Pisum sativum L.*), важливе значення має оптимальна густина рослин. Підбираючи норми висіву для сорту, можна регулювати густоту рослин і фотосинтез в агроценозі [10, с. 4].

Досить сильно норми висіву залежать від попередника, сорту, родючості ґрунту, внесення добрив, строків і способів сівби, якості насіння, а також від погодно-кліматичних умов вирощування. Це особливо є важливим в посушливі роки, оскільки, дефіцит води в першій половині вегетації може призводити до в'янення і опадання верхніх бруньок та різкого зниження врожайності гороху [4, с. 83].

Правильно підібрана норма висіву насіння здатна забезпечити високу адаптивну здатність, що в свою чергу, надає змогу відновлювати процеси метаболізму до оптимального рівня після дії стрес-фактору, що досить актуально у зв'язку зі змінами клімату [7, с. 57].

Густина рослин суттєво впливає на масу та висоту рослин, структуру врожаю, строки фенологічних фаз та продуктивність фотосинтезу. В одних випадках підвищені норми висіву позитивно впливають на врожайність, а в інших урожайність суттєво не змінюється при різних нормах висіву. Збільшуючи або зменшуючи площу живлення, можна підвищити ефективність мінеральних добрив.

У надто загущених посівах прискорюється споживання елементів живлення, особливо азоту. Рослини взаємно затіняють одна одну, стебла надмірно розростаються, асиміляційна здатність рослин знижується і, відповідно, зменшується кількість плодоносних вузлів, бобів і насіння. Тут суттєво знижується маса 1000 насінин, що негативно позначається як на урожайності гороху, так і на якості насіння [1, с. 114; 3, с. 56].

Оптимальна густина рослин і забезпечення елементами живлення є найважливішими умовами, від яких залежить продуктивність посівів. Тому важливо вивчити, як саме різні норми висіву впливають на густоту та продуктивність рослин, а також на процеси формування елементів структури урожайності [2, с. 36]. Ідентифікатором вірного обрання норми висіву під час сівби є оптимальна густина рослин перед збиранням. За різних ґрунтово-кліматичних умов норма висіву може досить сильно впливати на реалізацію генетичного потенціалу урожайності гороху. Потрібно враховувати, що в різних зонах оптимальна густина рослин може коливатися в широких межах і не залишається постійною впродовж вегетації [8, с. 53].

Постановка завдання. Завдання полягало у дослідженні впливу норми висіву на формування елементів структури та урожайності гороху сорту Аватар. Дослідження виконані впродовж 2021–2023 рр. в умовах господарства ПП «імені Калашника» Полтавської області. Польові досліди виконані відповідно до загальноприйнятої методики, ділянки розміщували систематично в триразовому повторенні. Вивчали чотири норми висіву: 0,8 млн/га, 1,0 млн/га, 1,2 млн/га та 1,4 млн/га схожих насінин. Спектр норм висіву для був визначений на основі опрацювання літературних джерел та рекомендацій. Досліджуваний сорт – Аватар. Спостереження та обліки проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (2001).

Ґрунт – чорноземи типові малогумусні важкосуглинкові. За механічним складом вони пілувато-важкосуглинкові. Кількість гумусу в орному шарі 0–20 см

становить 4–4,8 %, на глибині 20–30 см – 4,2 %. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН водний по профілю коливається в межах 6,6–6,8. Забезпеченість рухомими формами фосфору і калію висока і складає: фосфору 7,5–11,4 мг, калію – 7,2–14,1 мг на 100 г ґрунту. Бал бонітету складає 64.

Сума річних опадів за середніми багаторічними даними Полтавської метеостанції становить 465 мм. Атмосферні опади в умовах регіону служать основним джерелом нагромадження запасів ґрунтової вологи, від чого залежить вологозабезпеченість сільськогосподарських культур, їх ріст, розвиток і врожайність. Тому нагромадження вологи в ґрунті і ефективне використання її мають забезпечити відповідні зональні технології вирощування сільськогосподарських культур і чергування їх в сівозміні. Погодні умови 2021–2023 рр. відрізнялися не тільки за температурою, але й за кількістю та розподілом опадів у період вегетації гороху, що дозволило комплексно вивчити вплив досліджуваних факторів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Першочергове завдання сформулювати оптимальні показники структури урожаю, зокрема, між такими показниками як кількість бобів та кількість зерен на рослині, продуктивність, а також урожайність, оскільки між цими ознаками наявний прямий кореляційний зв'язок [13].

Показники врожайності за роками дозволили встановити особливості формування продуктивності рослин, а також прослідкувати залежність цих процесів від фактору, що досліджується. Загальновідомо, що на загущених посівах ріст і розвиток рослин погіршується через прискорене використання поживних речовин, зокрема азоту.

Складові структури визначаються загальним потенціалом посівів гороху. За роки проведення досліджень висота рослин залишалася практично без змін і становила: за норми висіву 0,8 млн/га – 67,8,4 см; 1,0 млн/га – 65,4 см; 1,2 млн/га – 63,7 см; 1,4 млн/га – 62,5 см. Один із важливих показників у структурі врожайності є показник кількості бобів на рослині. Найбільшу кількість бобів на рослині було сформовано за норм висіву насіння 0,8 млн/га та 1,0 млн/га і цей показник становив – 4,6 шт. Зі збільшенням норми висіву цей показник зменшувався і становив відповідно при нормі висіву 1,2 млн/га – 4,5 шт., а при нормі висіву 1,4 млн/га – 4,2 шт.

Показник кількості зерен на рослині змінювався аналогічно до показника кількості бобів на рослині. Максимальна кількість зерен у наших дослідженнях за норми висіву 0,8 млн/га і становила 19,4 шт., а також при нормі висіву 1,0 млн/га – 19,0 шт. Загущення посівів призвело до певного зменшення кількості зерен на рослині і становило відповідно 18,2 шт. при нормі висіву 1,2 млн/га та 15,6 шт. за норми висіву 1,4 млн/га. Відповідно показник кількості зерен у бобі був найвищим за норми висіву 0,8 млн/га – 4,2 шт. За норми висіву 1,0 млн/га кількість зерен у бобі становила 4,1 шт., при нормі висіву 1,2 млн/га – 4,0 шт., за норми висіву 1,4 млн/га – 3,7 шт.

Досить сильно змінювалися показники маси зерна з рослини та маси 1000 залежно від норми висіву. Маса зерна з рослини становила 7,27 г при нормі висіву 0,8 млн/га та зменшувалася при збільшенні норми висіву. Відповідно при нормі висіву 1,0 млн/га становила 7,14 г, при 1,2 млн/га – 7,02 г, при нормі висіву 1,4 млн/га – 6,54 г. Маса 1000 зерен змінювалася від 225,2 г при нормі висіву 0,8 млн/га до 208,7 г при нормі висіву 1,4 млн/га (табл. 1).

Суттєвим фактором, що має вплив на формування урожайності та її стабільний прояв, є раціональне співвідношення агротехнологічних заходів та добір сорту відповідно до ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Урожайність гороху за роками досліджень відрізнялася, найбільш сприятливими були гідротермічні умови вегетаційного періоду 2022 року. Так, у 2022 році

за норми висіву 0,8 млн/га урожайність становила 3,58 т/га, за 1,0 млн/га – 3,72 т/га, за 1,2 млн/га – 3,37 т/га, 1,4 млн/га – 3,15 т/га. Середня урожайність за 2022 рік також була найвищою і становила 3,45 т/га.

Таблиця 1
Елементи структури врожаю гороху сорту Аватар залежно від норми висіву, (середнє за 2021–2023 рр.)

Норма висіву, млн/га	Висота рослин, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість зерен на рослині, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г
0,8	67,8	4,6	19,4	4,2	7,27	225,2
1,0	65,4	4,6	19,0	4,1	7,14	220,6
1,2	63,7	4,5	18,2	4,0	7,02	217,5
1,4	62,5	4,2	15,6	3,7	6,54	208,7

В 2023 році показники урожайності за усіма варіантами були досить низькими і становили за норми висіву 0,8 млн/га – 2,53 т/га, за 1,0 млн/га – 2,75 т/га, за 1,2 млн/га – 2,44, за 1,4 млн/га – 2,32 т/га. Середня урожайність за нормами висіву у 2023 році була найнижчою за роки проведення досліджень і становила 2,51 т/га.

За нормами висіву у 2021 році урожайність становила при 0,8 млн/га – 3,21 т/га, при 1,0 млн/га – 3,34 т/га, при 1,2 млн/га – 3,12 т/га, при 1,4 млн/га – 3,02 т/га. Середня урожайність 2021 року становила 3,17 т/га (табл. 2).

Таблиця 2
Урожайність гороху сорту Аватар залежно від норми висіву, т/га

Норма висіву, млн/га	Урожайність, т/га			Середнє за три роки	Приріст врожаю, т/га
	2021	2022	2023		
0,8	3,21	3,58	2,53	3,10	–
1,0	3,34	3,72	2,75	3,27	+0,17
1,2	3,12	3,37	2,44	2,97	–0,13
1,4	3,02	3,15	2,32	2,83	–0,27
Середнє за рік	3,17	3,45	2,51	3,04	
НІР _{0,5} , т/га	0,11	0,19	0,16		

Таким чином, на урожайність гороху протягом років проведення дослідження впливали як гідротермічні умови вегетаційного періоду, так і норма висіву насіння. За результатами досліджень встановлено, що оптимальною нормою висіву гороху сорту Аватар в умовах Лісостепу України є 1,0 млн/га.

Висновки і пропозиції. За результатами проведених досліджень проаналізовано особливості формування елементів структури та урожайності гороху в залежності від норми висіву. Встановлено, що оптимальною нормою висіву гороху сорту Аватар в умовах Лісостепу України є 1,0 млн/га. Зменшення або ж навпаки збільшення норми висіву гороху призводить до скорочення урожайності.

Для подальших досліджень актуально проводити визначення впливу норми висіву на сортах з різним періодом тривалості вегетаційного періоду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Глибокий О. М., Авраменко С. В., Попов С. І. Формування продуктивності сортів гороху залежно від умов вирощування в східному лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. № 29. С. 113–122. DOI:10.36814/pgt.2021.29.11.
2. Дворецька С. П., Рябокiнь Т. М., Каражбей Т. В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2016. № 1. С. 36–45.
3. Дідур І. М., Захарчук В. В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 55–61.
4. Камiнський В. Ф., Дворецька С. П., Костина Т. П. Вплив погодних умов та системи удо-брення на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН»*. 2012. Вип. 3–4. С. 82–90.
5. Камiнський В. Ф., Сокирко Д. П., Гангур В. В. Вплив технологічних прийомів на формування продуктивності гороху в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 117. С. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.10>
6. Коблай С. В. Адаптивний потенціал різних за морфотипом сортів гороху в умовах Півдня України. *Селекція і насінництво*. 2016. № 110. С. 82–90.
7. Козев В. І. Успадкування типу листя і продуктивності в різних генотипів гороху. *Селекція і насінництво*. 2014. № 106. С. 57–63.
8. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С.51–57. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.06
9. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 2. С. 54–62. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-2 (106)
10. Петриченко В. Ф., Антипін Р. А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 57. С. 3–13.
11. Телекало Н. В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посі-вного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 2 (13). С. 84–93. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2019-2-8>.
12. Чекрыгін П. М. Результати і перспективи селекції безлисточкових (вусатих) сортів в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. *Селекція і насінництво*. 2003. Вип. 87. С. 42–48.
13. Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д., Кулініч О. О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування : монографія / за ред. А. В. Черенкова. Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2014. 110 с.

UDC 631.45/631.95

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.26>

INFLUENCE OF FERTILIZERS ON INDICATORS OF THE AGRO-ECOLOGICAL CONDITION OF THE SOIL

Tkachuk O.P. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of Department of Ecology and Environmental Protection,
Vinnytsia National Agrarian University

Verhelis V.I. – Assistant at the Department of Ecology and Environmental Protection,
Vinnytsia National Agrarian University

The work is devoted to the study of the expediency of using carrion siderates for indicators of the agro-ecological condition of the soil. The research was intended to study the influence of carrion siderates, which spontaneously sprouted after the loss of crop yields and disking of the field, on indicators of productivity, product quality and its ecological safety of corn and sunflower, as the next crops in the crop rotation, as well as on indicators of fertility and agro-ecological condition of soils. Experimental research was carried out in the conditions of FG “Zorya Vasylyvka” of the Tyrviv district of the Vinnytsia region on gray podzolized soils.

Provision of favorable agrotechnical conditions for the growth of fallow siderates of winter wheat, spring barley, peas and winter rapeseed can provide them with a biological mass of 23.1–33.0 t/ha at a height of 22–64 cm during the 63–91 days of their vegetation. The most productive can be ciders of winter rapeseed and peas.

It was established that the biological mass of carrion siderates worked into the soil helps to increase the content of humus by 0.11–0.14 %, alkaline hydrolyzed nitrogen – by 1.7–7.1 %, exchangeable potassium – by 27.4–32.2 %. The highest content of humus in the soil is provided by siderates of peas and winter rapeseed – 2.44 % each, alkaline hydrolyzed nitrogen – 127 mg/kg – peas, mobile phosphorus – 520 mg/kg – winter wheat, exchangeable potassium – 230 mg/kg – winter rapeseed, the largest number of absorbed bases – 16.8 mg-eq./100 g – peas, the lowest hydrolytic acidity – 1.60 mg-eq./100 g – winter wheat, the highest pH value 5.85 – spring barley.

It was determined that the cultivation of siderates leads to an increase in the content of mobile heavy metals in the soil by 17.2–24.3 %, cadmium – by 10.0–14.3 %, copper – by 17.6–22.2 %, zinc – by 34.7–39.9 %, compared to the version without siderates. Among the studied siderates, the lowest content of lead in the soil – 1.28 mg/kg and cadmium – 0.20 mg/kg is provided by winter rapeseed; copper – 0.51 mg/kg – peas and winter rapeseed; zinc – 1.73 mg/kg – spring barley.

Key words: siderates, agroecological condition of the soil, nutrients.

Ткачук О.П., Вергеліс В.І. Вплив добрив на показники агроєкологічного стану ґрунту

Робота присвячена вивченню доцільності використання падалишних сидератів для поліпшення агроєкологічного стану ґрунту. Метою досліджень було вивчити вплив падалишних сидератів, що спонтанно проросли після втрати врожаю та дискування поля, на показники врожайності, якості продукції та екологічної безпеки кукурудзи та соняшнику, як наступних культур у сівозміні, а також за показниками родючості та агроєкологічного стану ґрунтів. Експериментальні дослідження проводили в умовах ФГ «Зоря Василівка» Тиврівського району Вінницької області на сірих опідзолених ґрунтах.

Забезпечення сприятливих агротехнічних умов для росту сидератів озимої пшениці, ярого ячменю, гороху та ріпаку озимого може забезпечити їх біологічну масу 23,1–33,0 т/га при висоті 22–64 см протягом 63–91 дня їх вегетації. Найбільш продуктивними можуть бути сидерати озимого ріпаку та гороху.

Встановлено, що внесена в ґрунт біологічна маса падалишних сидератів сприяє збільшенню вмісту гумусу на 0,11–0,14 %, гідролізованого азоту – на 1,7–7,1 %, обмінного калію – на 27,4–32,2 %. Найбільший вміст гумусу в ґрунті забезпечують сидерати гороху та озимого ріпаку – по 2,44 %, азоту лужного гідролізованого – 127 мг/кг – гороху, рухомого фосфору – 520 мг/кг – озимої пшениці, обмінного калію – 230 мг/кг – озимий ріпак, найбільша кількість увібраних основ – 16,8 мг-екв./100 г – горох, найменша гідролітична кислотність – 1,60 мг-екв./100 г – озима пшениця, найбільше значення рН 5,85 – ярий ячмінь.

Визначено, що вирошування сидератів призводить до збільшення вмісту в ґрунті рухомих форм важких металів на 17,2–24,3%, кадмію – на 10,0–14,3%, міді – на 17,6–22,2%, цинку – на 34,7–39,9%, порівняно з варіантом без сидератів. Серед досліджуваних сидератів найменший вміст у ґрунті свинцю – 1,28 мг/кг та кадмію – 0,20 мг/кг забезпечує озимий ріпак; міді – 0,51 мг/кг – горох та озимий ріпак; цинк – 1,73 мг/кг – ячмінь ярий.

Ключові слова: сидерати, агроекологічний стан ґрунту, елементи живлення.

Problem statement. Soil, as a natural resource, is constantly subject to natural and anthropogenic influences. The influence of natural factors occurs continuously, but mineral and organic substances are in balance, thanks to which the natural course of geological processes is not disturbed.

Anthropogenic influence on soils causes their degradation, leads to a decrease in the productivity of agricultural lands. In Ukraine, the ecological consequences of soil degradation and deterioration of their quality have become particularly acute in the modern period due to the use of land as the only means of subsistence in conditions of survival at the expense of natural soil fertility, without compensation for its costs. High productivity of land in this case is ensured by applying high rates of mineral fertilizers and pesticides [1].

This leads to a merciless depletion of the natural fertility of soils, which is called degradation. Soil degradation leads to the deterioration of soil properties, fertility and quality, its contamination with chemical toxic substances, which is caused by a change in the conditions of soil formation due to the influence of natural or anthropogenic factors. Degradation of soils, and often their complete exclusion from agricultural use, occurs as a result of the processes of water and wind erosion, dehumification, decalcification, over-compaction by agricultural machinery, irrational operation of irrigation systems, which leads to flooding and waterlogging, secondary salinization and salinization of soils; due to violations of agricultural technology, overgrowth with weeds and shrubs, unbalanced application of mineral fertilizers, pollution with toxic substances, radionuclides, unregulated livestock grazing, etc [2].

As a result of such anthropogenic intervention, soils lose their natural stability, which leads not only to a decrease in their productivity, but also to a complete loss of soils and their removal from cultivation. The consequence of this can be not only a decrease in the productivity of crops, but also a significant deterioration in the quality of the grown products, which not only reduces their nutrition, but also accumulates toxic substances: heavy metals, pesticides, radionuclides, salts and acids, oil products [3].

The degree of soil resistance to chemical pollution is characterized by such indicators as the humus composition of the soil, acid-base properties, oxidation-reduction properties, cation-exchange properties, biological activity, the level of groundwater, the proportion of substances in a dissolved state, etc [4].

A situation has arisen where the intensive use of heavy machinery in soil cultivation, the application of pesticides and mineral fertilizers, and chemical preparations violate the natural laws of evolution. Self-regulation in living nature was broken, which weakened the self-defense of plants, animals, and humans.

For a long time, the application of organic fertilizers in the form of manure was a factor in restoring and stabilizing the agro-ecological condition of soils, and therefore a factor in improving the quality of products grown on them. In modern conditions, due to the lack of animal husbandry, it is impossible to solve this problem by adding manure. Therefore, one of the most important ways to restore such soils can be the maximum return to the soil of the plant mass of crops that are not used for economic production and their waste. Such substances can be siderates, as well as by-products of crop production

in the form of stubble, straw, stalks, tops, etc. The question of the influence of these organic substances on the productivity of crops of the following crops in crop rotation has been studied at a sufficient level by V. Artemenko (2003), O.M. Berdnikov. (2004), G.A. Makarova (2008), H.M. Gospodarenko (2012–2016), S.F. Razanov (2020) and others [5].

At the same time, the change in indicators of the agro-ecological state of the soil, in particular the content of nutrients, acidity, heavy metals and other toxicants in it, as well as the influence of siderates and crop production waste on the quality and ecological safety of the grown products, has not been studied enough, which determines the relevance of the chosen topic [6].

Analysis of recent research. The relevance and significance of the problem of reproduction of soil fertility in agricultural production is due to the sharp contradiction between the need to ensure the sustainable development of the agricultural sector of the economy and the intensive development of soil degradation processes that make it impossible to sustainably reproduce soil fertility. The main reason for this situation is the dominance of an unbalanced deficit system of agriculture in Ukraine, due to which the most fertile chernozems in the world have turned into soils with an average level of fertility and continue to deteriorate, and the harvests of recent years are mostly the result of a decrease in natural fertility and the impoverishment of its potential part [7].

In the agriculture of Ukraine, 79 % of profit is obtained due to natural fertility and only 21 % is the result of the introduction of technologies. At the same time, there is an “ecological eating away” of profit, since the losses from the decrease in soil fertility are close to, and in some years higher than, the profit from the sale of products by agricultural enterprises of Ukraine. Thus, in 2010, from 18.5 million hectares of arable land, on which the main groups of crops were grown, 2.38 million tons of nitrogen, phosphorus and potassium were irretrievably lost, amounting to more than UAH 16.3 billion. However, this is only the cost of fertilizers, and the costs of their application are not taken into account. According to other data, the annual economic costs from the shortage of products due to soil erosion in Ukraine in general are estimated at 1.5 billion US dollars, and together with the incurred costs – about 2 billion dollars [8].

In order to stop these negative processes, it is necessary to make wider use of natural ways of restoring and replenishing the reserves of organic matter in the soil, thanks to which not only the degradation processes in the soil will stop, but also the yield of plants grown on them will increase and the costs of their cultivation will decrease. In conditions of shortage of organic fertilizers in the form of manure, emphasis should be placed on green fertilizers – siderates [9].

Green fertilizers (siderates) are fresh plant mass of specially grown crops, partially or completely worked into the soil to increase its fertility and improve the nutrition of subsequent plants with nitrogen and other elements. These cultures are called siderates, and the practice itself is called sideration, i.e., green manure is understood as the application of not yet dead green juicy biomass of plants, rich in sugars, starch, protein and nitrogen, to the soil, as well as their roots, which were still functioning at the time of tillage. This fundamentally distinguishes green manure from other organic fertilizers, both dry (straw) and partially decomposed (manure), applied to the soil [10].

“Sideration” and “green fertilizer” are rather conventional names; the first of them reflects the role of the sun’s rays (sidereus – related to heavenly bodies), and the second – the role of chlorophyll-bearing green organs of plants and the measure of plowing green mass into the soil, which is also called green fertilization [11].

In English-language literature, the term “cover crops” is more common. It is understood as crops that are grown primarily to create a plant cover, regardless of whether the plant mass will be incorporated into the soil in the future as organic green manure or will remain on the soil surface in the form of plant residues. The importance of their application will depend on the correctly defined main task, which must be solved at the expense of the grown cover crops and their justified selection for this purpose. As for the terms “green fertilizer”, “sideral fertilizer”, which can be used as cover crops, they are interpreted in the same way in our and English-language scientific literature [12].

Also, the use of fodder and siderable crops to create favorable conditions for the development of one or a group of crops in a biological farming system is called “environmental improvement”, and the plants themselves, which are grown for this purpose, are called “environmentally improved fodder crops”, “environmentally improved fodder crops” and “environmentally improved siderable crops” [13].

The production of siderates, like any other organic fertilizers, enriches the soil with organic substances, reduces its acidity, weediness of fields, increases buffering, improves the structure of the soil, and activates the vital activity of soil microorganisms. Their cultivation prevents the loss of nutrients due to erosion and migration along the soil profile. Sideration is used in fields far from farms, where it is economically unprofitable to bring manure, as well as in farms with small production of organic fertilizers, in specialized farms without animal husbandry. Green fertilizers are of great importance during the reclamation of produced quarries of non-metallic minerals and contaminated soils. For example, clover grows well on areas contaminated with motor oils. To detoxify the soil, sow trefoil, burgun and sweet clover [14].

The organic substance of green fertilizer can be considered as a reserve of all nutrients necessary for plants, which are created in the soil and which are not immediately transformed into an assimilated form, but gradually, throughout the growing season, ensuring continuous growth and development of plants. Especially valuable is green manure from leguminous crops, capable of enriching the soil with nitrogen by fixing it from the atmosphere with nodule bacteria. In this sense, the planting of leguminous green-fertilized plants can be called a living factory of nitrogen fertilizers, which without complex machines, but only thanks to the work of nitrogen-fixing microorganisms, bind a large amount of free nitrogen in the air into a useful form of soil organic matter. So, when 10 tons of green mass of lupine is harvested, the soil is enriched with nitrogen by 54–56 kg/ha, clover – by 62, peas and fodder beans – by 52, and cornflower – by 59 kg/ha. It is also important that soil fertilized with nitrogen accumulated by leguminous plants does not require additional costs [15].

Siderates mobilize nutrients from the lower layers of the soil and move them into the arable layer. If the application of manure is the return to the soil of nutrients that have been used by plants to create a crop, the application of green manure is the mobilization of nutrients from solar energy, the atmosphere and the lower layers of the soil, which are not used much [16].

Green fertilizers help restore the normal cycle of organic matter and nitrogen in the soil. The results of research using labeled isotopes showed that when white mustard is used in the form of a harvest siderate, the nitrogen nutrition of barley plants and winter grain crops improved significantly, mainly due to an increase in the nitrogen utilization rate of mineral fertilizers by 40–60%. Increasing the resources of additional forms of nitrogen not only creates more favorable conditions for the growth and development of agricultural crops, but also reduces the contamination of the soil and plant products with nitrates and other harmful substances that can come with mineral fertilizers [17].

Plants should be sown on green manure in order to obtain as much organic mass as possible. Therefore, they should produce large yields. Green manure is usually used on poor soils, and therefore the plants must be undemanding to soil conditions. It is also important to choose such a sideral crop that would have a low transpiration coefficient (to save soil moisture), a low seeding rate (to reduce seed costs) and, along with the formation of a high biomass yield, would ensure an early period of earning it in the soil. It is essential that sideral vapors should be used not only on poor sandy and loamy soils in areas with sufficient moisture (in the Ukrainian Polity), but also on soils with a heavy granulometric composition [18].

The diversity and specificity of sideral crops requires theoretical and technological substantiation of their cultivation and fertilization in order to reduce the anthropogenic load on the surrounding natural environment, increase the productivity of crop rotations with the reproduction of the organic component of soils.

Depending on the amount of heat, precipitation, local conditions, the granulometric composition of the soil, the presence of fertilizers and seeds, the following crops can be sown on siderates: legumes – perennial and annual lupins, white and yellow burdock, seradella, winter vetch and mountain vetch, diaper, peas, etc.; cereals – winter rye, wheat, barley, ryegrass, as well as sown cereal and leguminous perennial grasses, using the first cut for cattle feed, and the fallow – for fertilizer. In the presence of nitrogen fertilizers, it is promising to use cabbage crops (winter and spring rapeseed, winter and spring turnip, oil radish, white mustard, perko), phacelia, fodder peas and other fast-growing crops and their mixtures for sideration. Astragalus, mung bean, quinoa, fenugreek, alfalfa, safflower, lentils, horse beans, gorse, sabdar, bers, soybean, rye, paiza, Sudan grass and many others can be used as side crops [19].

The rapid dynamics of the climate in the direction of warming significantly changes the usual ideas about the diversity of the biological set and the technological capabilities of some long-known cultures. Previously well-known cultures can manifest themselves under these conditions from previously unknown sides and demonstrate excellent productivity. It is advisable to test new crops that tolerate dry periods well, are undemanding to the soil, and are adapted to growing in deserts. These are plants from the leguminous family (woolly astragalus; naked, rough and Ural licorice; small-hairy, mouse and thin-leaved peas; tuberous and meadow plantain; Don and large safflower; large-flowered fenugreek; false or ordinary camel thorn), slender-legged (Karelina reed, multi-stemmed hairy and giant sedge, sedge and Colchis) and many other cultures. The main thing is that the soil is not empty, but is covered with green cover.

Task setting. The research was intended to study the influence of carrion siderates, which spontaneously sprouted after the loss of crop yields and disking of the field, on indicators of productivity, product quality and its ecological safety of corn and sunflower, as the next crops in the crop rotation, as well as on indicators of fertility and agro-ecological condition of soils.

Experimental research was carried out in the conditions of FG “Zorya Vasylivka” of the Tyvriv district of the Vinnytsia region on gray podzolized soils.

The following observations, records and measurements were carried out: determination of soil pollution by mobile forms of heavy metals, indicators of soil fertility, the content of heavy metals in corn and sunflower seeds, the content of protein, starch, fat in sunflower seeds, oil in sunflower seeds, acid number of oil and grain moisture and seeds were carried out in the certified and accredited laboratory of the Zhytomyr branch of the State Institution “State Soil Protection” of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine: soil samples were taken from the 0–20 cm layer in accordance

with DSTU ISO 10381–1:2004; determination of the content of humus in the soil – according to the Tyurin method in accordance with DSTU 4289:2004; determination of the content of mobile forms (after extraction with an acetate-ammonium buffer solution pH 4.8) of heavy metals in the soil: lead, cadmium, copper and zinc – by the method of atomic absorption spectrophotometry in accordance with DSTU 4362:2004, DSTU 4770 (2, 3, 9): 2007; determination of soil pH salt reaction – ionometrically in accordance with DSTU ISO 10390–2004; determination of hydrolytic acidity – by the Kappen method in accordance with DSTU 7537:2014; determination of the content of hydrolyzed nitrogen in the soil – by the Kornfield method according to DSTU 7863:2015; determination of the content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil – by Chirykov’s methods according to DSTU 4115–2002; determination of the amount of absorbed bases in the soil – according to Kappen-Hilkovits [13].

Presentation of the material of research. Harvesting of the main crops, which occupy the largest cultivated areas under conditions of intensive agriculture and can potentially be siderates: winter wheat, spring barley, peas and winter rape, took place in different periods. Winter rapeseed was harvested at the earliest – July 14, peas – 9 days later – July 23, winter wheat – July 29, and spring barley at the latest – August 6. In general, the period of harvesting crops, which can potentially be used as siderates, stretched for 23 days – from July 14 to August 6 (Table 1).

Table 1

Growth and development of sidereal crops, average 2019–2021, M±m

Siderate	Calendar date crop harvesting	Duration of the period from collection culture to the steps of its pedicle, days	Vegetation duration siderates to their earnings, days	The phase in which siderate vegetation has stopped
winter wheat	29.07. ±3	20±3	74±3	brushing
hot barley	06.08. ±3	23±3	63±3	bushing – exit to the tube
pea	23.07. ±3	25±3	75±3	budding
winter rape	14.07. ±3	18±3	91±3	the beginning of flowering

When crops are harvested, their grain and seeds are lost during threshing or even before harvesting when the seeds are spilled, the beans and pods are cracked, which can potentially lead to their germination, given the required soil moisture. Of course, different weather conditions can occur after harvesting, so the germination of carrion depends on the moisture of the soil and will require wrapping the lost seeds in the soil. Therefore, immediately after harvesting the main crops, the stubble was peeled.

The appearance of seedlings of fallow seeds began at different calendar times, as well as after a certain period of time after harvesting. According to calendar terms, the earliest sprouts of winter rapeseed appeared on August 1, and the latest of spring barley – on August 29. Seedlings of winter wheat and peas appeared almost simultaneously – on August 17–18.

In general, the period from harvesting to the appearance of sprouts of dead crops was the shortest for winter rapeseed – 18 days, and the longest for peas – 25 days. This is explained by the fact that winter rapeseed seeds are small and require much less moisture for germination than pea seeds, which, even before that, are buried much deeper in the soil, where there is not always moisture after summer rains.

Vegetation of carrion siderates lasted until November 1. After this period, the sowing was discuss to earn vegetative mass. In general, all studied siderates vegetated for 63–91 days. Spring barley had the shortest vegetation period, but due to the fact that it is a spring grain crop with a short period of vernalization, during this time part of the plants reached the phase of emergence into the tube, and part remained in the tillering phase.

Winter wheat plants vegetated 11 days longer – for 74 days. However, winter wheat has a long period of vernalization, so its vegetation stopped in the tillering phase. Peas had a growing season of 75 days until the time of its disking. During this time, it reached the budding phase. The longest growing season of winter rapeseed was 91 days. During this time, it reached the phase of the beginning of flowering.

Since sidereal crops were grown from lost seeds and grains during harvesting, their density per unit area was uneven and not the same. The analysis of the density of the studied plants showed that the greatest losses and, accordingly, the greatest density were characteristic of winter rapeseed – 39 pcs./m². The lowest density among the investigated siderates was characteristic of winter wheat – 18 pcs./m² (Table 2).

Table 2

Formed biological mass of sideral crops, average 2019–2021, M±m

Siderate	Plant density, pcs./M ²	Height for the period of earnings, cm	Above-ground and underground mass of siderates, t/ha
Winter wheat	18±4	22±4	23,1±0,03
Hot barley	26±5	28±3	23,5±0,03
Pea	31±4	49±3	29,8±0,02
Winter rape	39±5	64±5	33,0±0,03
HIP ₀₅	1	7,3	0,3

Among the side crops before mowing, the highest were winter rapeseed plants – 64 cm, which were in the beginning of flowering at the time of mowing, and the lowest – winter wheat plants – 22 cm, which remained in the bushing phase, and spring barley – 28 cm, which were in phase of the beginning of exit into the tube. The pea plants were in the budding phase and had an appropriate height of 49 cm.

The density and height indicators of carrion siderates had a direct influence on the biological mass of the above-ground and underground parts of plants formed by them. In particular, the largest biological mass was formed by siderates of winter rape – 33.0 t/ha. The biological mass of peas was 9.6% less than that of winter rape and amounted to 29.8 t/ha. The biological mass of winter wheat and spring barley was approximately the same – 23.1–23.5 t/ha, which was 28.8–30.0% less than the above-ground and underground mass of winter rape.

So, among the investigated carrion siderates, the largest biological mass is formed by winter rape, which is determined by the greatest height and density of plants, the longest duration of vegetation of this type of sideral culture and the late phase of growth and development of winter rape, compared to other investigated types of siderates.

Close correlation-regression relationships were found among the investigated values. In particular, a strong positive correlation $r = 0.813$ was found between the duration of the growing season and the height of sideral crops before they were buried in the soil.

The coefficient of determination $R^2 = 0.66$ shows that the height of siderate plants depends on the duration of vegetation by 66%.

A strong positive correlation $r = 0.838$ was established between the duration of vegetation of siderates and their biological mass.

The coefficient of determination $R^2 = 0.70$ shows that the biological mass of siderates depends on the height of the plants by 70%.

A strong positive correlation $r = 0.932$ was established between the density of siderates and their biological mass.

The coefficient of determination $R^2 = 0.868$ shows that the biological mass of siderates depends on plant density by 87%.

A strong positive correlation $r = 0.994$ was established between the height of siderate plants and their vegetative mass.

The coefficient of determination $R^2 = 0.988$ shows that the productivity of siderates depends on the height of the plants by 99%.

Analysis of the results of laboratory research on the content of chemicals in the vegetative mass of siderates of winter wheat at the time of its cultivation into the soil contained 0.71 g/kg of phosphorus, 4.1 g/kg of potassium, 1.01 g/kg of calcium, 0.21 g/kg of magnesium and 0.52 g/kg of sodium. The content of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium in 1 kg of vegetative mass of spring barley was 0.65 g, 3.1 g, 1.14 g, 0.34 g and 0.18 g, respectively, of winter rapeseed – 0, 11 g, 4.4 g, 2.8 g, 0.62 g and 0.23 g and peas – 1.25 g, 4.8 g, 3.1 g, 0.75 g and 0.27 g. It should also be noted that the highest amount of phosphorus, potassium, calcium and magnesium in 1 kg of vegetative mass was observed in pea plants, and sodium in winter wheat. 1 kg of vegetative mass of peas contained the most nitrogen – 6.1 g, and spring barley plants – the least – 4.5 g (Table 3).

Table 3

The content of the main trace elements in the vegetative mass of siderates, g/kg, $M \pm m$

Siderate	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Calcium	Magnesium	Sodium
Winter wheat	4,8±0,12	0,71±0,02	4,1±0,07	1,01±0,06	0,21±0,03	0,52±0,01
Hot barley	4,5±0,41	0,65±0,04	3,1±0,03	1,14±0,02	0,34±0,09	0,18±0,04
Pea	6,1±0,31	1,25±0,04	4,8±0,08	3,1±0,07	0,75±0,08	0,27±0,08
Winter rape	5,4±0,33	1,11±0,03	4,4±0,08	2,8±0,05	0,62±0,04	0,23±0,07

Among microelements, the vegetative mass of siderates contained the most iron – 44–48 mg/kg. The largest amount is in spring barley plants, and the least amount is in pea plants (Table 4).

Table 4

The content of the main trace elements in the vegetative mass of siderates, mg/kg, $M \pm m$

Siderate	Iron	Copper	Zinc	Manganese	Cobalt
Winter wheat	46±2	0,80±0,03	7,8±1,2	7,2±1,2	0,22±0,04
Hot barley	48±3	0,45±0,02	3,2±1,0	4,3±1,2	0,06±0,01
Pea	44±2	0,70±0,05	4,3±1,1	5,5±1,1	0,02±0,01
Winter rape	45±1	0,68±0,03	4,4±1,1	5,1±1,1	0,02±0,01

Copper in the investigated siderates contained 0.45–0.80 mg/kg, the most in winter wheat plants, and the least in spring barley. The zinc content was the highest in winter wheat plants – 7.8 mg/kg, and the lowest – in spring barley plants – 3.2 mg/kg. Manganese was contained in siderates of 4.3–7.2 mg/kg. The most manganese was in

winter wheat plants, and the least in spring barley. The most cobalt was contained in winter wheat plants – 0.22 mg/kg, and the least – in winter pea and rapeseed plants – 0.02 mg/kg.

The use of carrion siderates of the main agricultural crops: winter wheat, spring barley, winter peas and rapeseed, grown under conditions of intensive agriculture, had a positive effect on the change in soil fertility indicators, compared to the option without growing siderates during the crop rotation period. The main indicators of soil fertility include: the content of humus, easily hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, soil pH reaction, hydrolytic acidity, the sum of absorbed bases and others.

In particular, the humus content was 2.30 % in the variant without growing siderates. Cultivation of siderates during the crop rotation period contributed to an increase in the humus content in the soil by 0.11–0.14 %. The humus content increased the most in the option of growing siderates of winter peas and rapeseed, and the least – in spring barley. In general, the highest content of humus was found in the option of growing winter pea and rapeseed – 2.44 % each, and the lowest – in the case of growing spring barley siderate – 2.41 % (Table 5). In terms of humus content, all studied variants were in the range of “average content” (2.1–3.0 %).

Table 5

The influence of siderates on soil fertility indicators, 2021., M±m

Agrochemical parameters of the soil	Siderate				
	Winter wheat	hot barley	pea	winter rape	without siderate
Humus, %	2,42±0,02	2,41±0,02	2,44±0,01	2,44±0,01	2,30±0,03
Alkaline hydrolyzed nitrogen, mg/kg	125±2	120±3	127±2	120±3	118±3
Mobile phosphorus, mg/kg	520±4	510±2	515±3	517±3	622±3
Exchangeable potassium, mg/kg	215±2	218±2	220±1	230±1	156±4
Soil reaction, pH	5,75±0,02	5,85±0,03	5,65±0,01	5,55±0,02	6,05±0,03
Hydrolytic acidity, mg-eq./100 g	1,60±0,04	1,65±0,04	1,70±0,03	1,72±0,03	1,60±0,02
Sum of absorbed bases, mgeq./100 g	16,2±0,4	16,4±0,2	16,8±0,3	16,4±0,2	17,5±0,2

The content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the version without growing siderates was 118 mg/kg. When growing siderates, the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil increased by 1.7–7.1 %. The content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil increased most significantly after the cultivation of pea siderate, and the least – after spring barley and winter rape. The highest content of alkaline hydrolyzed nitrogen was found in the soil where pea siderate was grown – 127 mg/kg, and the lowest – after growing spring barley siderate and winter rapeseed – 120 mg/kg each. According to the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil, all the tested options were in the “low content” range (100–150 mg/kg).

The concentration of mobile phosphorus in the control variant without growing siderats was 622 mg/kg and was the highest among all studied options where siderats were grown. On the variants with the cultivation of sideral crops, the content of mobile

phosphorus in the soil decreased by 16.4–18.0%. The smallest decrease in the content of mobile phosphorus in the soil, compared to the option without the use of siderates, was found in the option of growing siderates of winter wheat, and the largest decrease was found in the option of growing siderates of spring barley. In general, the lowest content of mobile phosphorus in the soil was found after growing spring barley siderate – 510 mg/kg, and the highest – after growing winter wheat siderate – 520 mg/kg. According to the content of mobile phosphorus in the soil, all the studied variants are in the “average content” category (51–100 mg/kg).

The soil of the variant without siderate cultivation contained exchangeable potassium of 156 mg/kg. Cultivation of siderates helped to increase the content of exchangeable potassium in the soil by 27.4–32.2%. The greatest increase in the content of exchangeable potassium in the soil was found in the option of growing winter rapeseed, and the least – growing winter wheat. The highest content of exchangeable potassium in the soil was established on the option of growing winter rapeseed – 230 mg/kg, and the lowest – after winter wheat siderate – 215 mg/kg. In the control option, without growing siderate, the content of exchangeable potassium in the soil corresponded to the “high content” indicator (120–180 mg/kg), and in the remaining options, where siderates were grown, to the “very high” indicator (over 180 mg/kg).

The pH reaction of the soil on the option without growing siderates was 6.05 pH. Variants with the cultivation of siderates were marked by a decrease in the reaction value of the soil solution by 0.2–0.5 pH. This indicates acidification of the soil when growing siderates. The greatest acidification of the soil is observed after the cultivation of winter rapeseed, and the least – after the cultivation of spring barley. In general, the highest pH value of the reaction of the soil solution in the variants with the cultivation of siderates was found after spring barley – 5.85 pH, and the lowest – after winter rape – 5.55 pH. According to the reaction of the pH of the soil solution, the variant with siderate cultivation of winter rapeseed had a slightly acidic reaction (5.10–5.55 pH), the other variants with siderate cultivation were close to neutral (5.6–6.0 pH), while as an option without growing siderates, it had a neutral pH reaction (6.05–7.00 pH).

The hydrolytic acidity of the soil in the variant without growing siderates and when growing siderates of winter wheat was the same and amounted to 1.60 mg-eq./100 g. In other variants of growing siderates, the value of hydrolytic acidity of the soil increased by 3.0–7.0%. The largest increase in hydrolytic acidity was found in the variant of growing winter rapeseed, where the actual hydrolytic acidity of the soil was the highest and amounted to 1.72 mg-eq./100 g.

The amount of absorbed soil bases in the variant without growing siderates was the highest and amounted to 17.5 mg-equiv./100 g. When growing siderates, the amount of absorbed soil bases decreased by 4.0–7.4%. The amount of absorbed bases in the soil, where siderate winter wheat was grown, decreased most significantly, and peas the least. The largest value of the amount of absorbed soil bases was found in the variant where pea siderate was grown – 16.8 mg-equiv./100 g, and the lowest – when growing winter wheat siderate – 16.2 mg-equiv./100 g.

Therefore, the conducted studies established that the cultivation of winter wheat, spring barley, winter pea and winter rapeseeds had a positive effect on increasing the humus content in the soil by 0.11–0.14%, which is due to the accumulation of organic matter in the soil formed by siderates and its gradual transformation into humus. The same regularity is observed for the content of alkaline hydrolyzed nitrogen and exchangeable potassium in the soil, which are formed from the organic mass of siderates.

At the same time, the content of mobile phosphorus in the soil when growing siderates was lower than in the version without siderates. This can be explained by the fact that siderates removed mobile phosphorus from the soil for their growth and development, but did not return it in a form available to plants.

The reaction of the pH of the soil solution and the hydrolytic acidity of the soil during the cultivation of siderates moves in the direction of soil acidification, which can be explained by the extraction of calcium siderates from the soil. This statement is substantiated by the fact of a decrease in the amount of absorbed soil bases when growing siderates.

Thus, the cultivation of siderates of winter wheat, spring barley, peas and winter rape helps to increase the content of humus in the soil by 0.11–0.14 %, alkaline hydrolyzed nitrogen – by 1.7–7.1 %, exchangeable potassium – by 27.4–32.2 %, but a decrease in the content of mobile phosphorus – by 16.4–18.0 %, acidification of the reaction of the soil solution – by 0.2–0.5 pH, an increase in hydrolytic acidity to 7.0 % and a decrease in the amount of absorbed bases by 4.0–7.4 %.

In particular, the cultivation of pea siderate, compared to other studied siderates, contributes to the greatest increase in the content of humus and alkaline hydrolytic nitrogen in the soil and the formation of the highest amount of absorbed bases. Cultivation of siderate of winter rapeseed allows the greatest increase in the content of humus in the soil, exchangeable potassium, but causes the least increase in the content of alkaline hydrolyzable nitrogen, the greatest acidification of the reaction of the soil pH solution and increases hydrolytic acidity. Cultivation of siderate of winter wheat provides the greatest increase in the content of mobile phosphorus in the soil, the greatest decrease in the value of hydrolytic acidity, but allows to obtain the smallest increase in exchangeable potassium in the soil and the lowest value of the sum of absorbed bases. Spring barley, as a siderate, provides the smallest increase in the content of humus in the soil and alkaline hydrolyzed nitrogen, the lowest content of mobile phosphorus, but the most neutral reaction of the soil pH, compared to other studied sideral crops.

A strong positive correlation $r = 0.988$ was established between the biological mass of siderate plants and their influence on the growth of humus content in the soil.

The coefficient of determination $R^2 = 0.976$ shows that the increase in humus content in the soil depends on the yield of siderates by 98 %.

An average positive correlation of $r = 0.534$ was established between the biological mass of siderate plants and their influence on the growth of alkaline hydrolyzed nitrogen content in the soil. The reason for this is the increase in nitrogen content in the soil on the variant where siderate peas grew due to its symbiotic nitrogen fixation.

A strong positive correlation $r = 0.984$ was established between the biological mass of siderate plants and their influence on the growth of exchangeable potassium content in the soil.

The coefficient of determination $R^2 = 0.968$ shows that the increase in the content of exchangeable potassium in the soil depends on the yield of siderates by 97 %.

The concentration of mobile forms of heavy metals: lead, cadmium, copper and zinc during the cultivation of siderates also underwent changes. In particular, the lead content in the soil for growing siderates was 1.28–1.40 mg/kg. The lowest content of mobile forms of lead in the soil was found in the variant of growing winter rapeseed, and the highest – when growing spring barley. Compared to the site where siderates were not grown, the content of mobile forms of lead in the soil on the version with siderates increased by 17.2–24.3 %. However, the maximum allowable concentration of mobile forms of lead in the soil (6.0 mg/kg) is significantly higher than the actual content in the soil of the experimental sites, which does not pose a danger (Table 6).

Table 6

**The influence of siderates on the content of mobile forms of heavy metals
in the soil, 2021 mg/kg, M±m**

Heavy metals	MPC of heavy metals	Siderate				
		Winter wheat	Hot barley	Pea	Winter rape	Without siderate
Pb	6,0	1,35±0,04	1,40±0,03	1,38±0,03	1,28±0,02	1,06±0,02
Cd	0,7	0,21±0,01	0,21±0,01	0,21±0,01	0,20±0,01	0,18±0,01
Cu	3,0	0,54±0,03	0,53±0,03	0,51±0,02	0,51±0,02	0,42±0,02
Zn	23,0	1,82±0,05	1,73±0,03	1,88±0,05	1,82±0,04	1,13±0,02

The concentration of cadmium in the soil during the cultivation of siderates was 0.20–0.21 mg/kg. The lowest cadmium content was found in the winter rapeseed siderate cultivation option, and in the remaining siderates – 0.21 mg/kg. In the variant without growing siderates, the concentration of mobile forms of cadmium was 10.0–14.3 % lower and amounted to 0.18 mg/kg. The maximum permissible concentration of mobile forms of cadmium in the soil is 0.7 mg/kg, which is much higher than the actual concentration of cadmium in the soil of the tested options, so there is no danger.

The content of mobile forms of copper in the soil where siderates were grown was 0.51–0.54 mg/kg. The lowest copper content was found in the option of growing siderates of winter peas and rapeseed, and the highest – in the option of growing siderates of winter wheat. In the variant without growing siderates, the copper content in the soil was 17.6–22.2 % lower and amounted to 0.42 mg/kg. Maximum permissible limit for copper in soil is 3.0 mg/kg. The actual content of copper in the soil of the experimental variants was much lower.

The concentration of mobile forms of zinc in the soil where siderates were grown was 1.73–1.88 mg/kg. The lowest content of mobile forms of zinc was found in the soil where spring barley siderate was grown, and the highest – where pea siderate was grown. The concentration of zinc on the control option without growing siderates was 1.13 mg/kg, which was 34.7–39.9 % less than on the options for growing siderates. The maximum allowable concentration of zinc in the soil is 23.0 mg/kg, which was significantly less than in the experimental variants.

An important indicator that determines the ecological danger of the content of heavy metals in the soil relative to the maximum permissible concentration is the danger coefficient, which is determined by the ratio of the actual concentration of heavy metals in the soil to their MPC. The obtained value should be less than one, this indicates satisfactory environmental conditions. The smaller the indicator, the safer the ecological situation.

The hazard ratio of lead in the soil when growing siderates was 0.21–0.23. It was the smallest when growing winter rapeseed. On the option without growing siderates, the hazard ratio was slightly lower and amounted to 0.18.

The lowest cadmium hazard ratio when growing siderates was on the winter rapeseed variant – 0.29, and on the remaining variants – the same – 0.3. This is slightly more than in the version without growing siderates – 0.26.

The lowest coefficient of danger of copper in the soil during the cultivation of siderates was established on the version of peas and winter rape – 0.17 each.

The highest risk factor was established for the siderate cultivation option of winter wheat and spring barley – 0.18 each. The hazard ratio of copper for the option without growing siderates was the lowest and was 0.14.

The lowest zinc hazard ratio was found on the variant without siderate cultivation – 0.05. In the remaining experimental variants, it was the same after growing all siderates and amounted to 0.08.

Since soil contamination with several heavy metals was determined at the same time (lead, cadmium, copper and zinc), it is necessary to calculate the total pollution index, which takes into account the complex impact of all heavy metals on the ecological state of the soil environment, according to the formula:

$$Z_c = (K_{c1} + K_{c2} + K_{c3} + K_{c4}) - (n - 1),$$

where Z_c – total indicator of soil pollution; K_c – heavy metal hazard ratio; n – the amount of heavy metals considered.

Such a calculation will show which siderate has the most positive effect on reducing the concentration of several heavy metals at the same time. The lower the obtained number, the more favorable the environmental impact of siderate on reducing the danger of heavy metals in the soil.

All studied siderates provided very low values of the total index of soil contamination with several heavy metals with negative values. The lowest total indicator was provided by the siderate of winter rape – minus 2.25, and the highest – by the siderates of winter wheat and spring barley – minus 2.21 each. In the option without growing siderates, the total indicator of soil contamination with several heavy metals was even lower – minus 2.37.

On the basis of research conducted on the effectiveness of growing siderates for reducing the content of mobile forms of heavy metals in the soil, it can be stated that the cultivation of siderates of winter wheat, spring barley, peas and winter rape leads to an increase in the content of lead in the soil by 17.2–24.3 %, cadmium – by 10.0–14.3 %, copper – by 17.6–22.2 % and zinc – by 34.7–39.9 %, compared to the option without growing siderates, which is explained by the conversion of hard-to-reach substances into soil in easily soluble mobile compounds, which also applies to heavy metals. That is, difficult-to-dissolve compounds of heavy metals that were in the soil are transformed into easily-soluble ones – available to plants when growing siderates, but there is no harm to plants at such concentrations.

Among the investigated siderates, the lowest content of lead, cadmium and copper in the soil is provided by winter rapeseed. Also, this option allows you to get the lowest amount of total soil contamination with four types of heavy metals. Siderate peas provide the lowest copper content in the soil, but the highest zinc content. Spring barley siderate provides the highest content of lead in the soil, but the lowest – of zinc, as well as the highest amount of total contamination of the soil with all heavy metals. Siderate winter wheat provides the highest content of copper in the soil and the highest total indicator of soil contamination with all heavy metals.

Conclusions and proposals. Among the researched crops of intensive agriculture, which can potentially be suitable for obtaining dead sideral mass, winter rapeseed has the longest growing season for the formation of siderates – 91 days. This is determined by its early harvesting – mid-July, the shortest period among other crops from harvesting the crop to the emergence of its carcass seedlings – 18 days, which allows winter rapeseed plants to reach the phase of the beginning of flowering.

Spring barley has the shortest vegetation period of fallow siderates – 63 days. This is explained by its late harvesting – the first decade of August, the long period of sprouting from harvesting – 23 days, and the biological features of the long period of vernalization, which does not allow the bushing phase to pass quickly.

The largest biological mass of the above-ground and underground parts of carrion siderates is formed by winter rape – 33.0 t/ha. This is due to its greatest losses during harvesting and, accordingly, the greatest density – 39 pcs./m² and the height of plants during the harvest period – 64 cm.

The smallest biological mass was formed by winter wheat and spring barley carcass siderates – 23.1–23.5 t/ha due to their insignificant density – 18–26 pcs./m² and plant height at the time of their harvest – 22–28 cm.

The most positive effect of the investigated siderates on soil fertility indicators was exerted by peas, which increased the content of humus by 0.14 %, easily hydrolyzed nitrogen by 7 % compared to the control; winter rape – increased the content of humus by 0.14 %, exchangeable potassium – by 32.2 % compared to the control; winter wheat – increased the content of mobile phosphorus among all siderates.

The most positive influence on the reduction of the content of mobile forms of heavy metals in the soil was exerted by winter rapeseed crops for lead, cadmium and copper; spring barley – for zinc; peas – for copper.

REFERENCES:

1. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (5). P. 54–61.
2. Didur I., Chynchyk O., Pantsyryeva H., Olifirovych S., Olifirovych V., Tkachuk O. Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. № 11 (1). P. 419–424. DOI: 10.15421/2021_61.
3. Honcharuk I., Pantsyryeva H., Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Telekalo N. Integration of traditional and innovation processes of development of modern science. Tkachuk O., Telekalo N. Agroecological potential of legumes in conditions of intensive agriculture of Ukraine. Collective monograph. Riga, Latvia : Baltija publishing, 2020. P. 42–108, 91–104.
4. Mazur V., Tkachuk O., Pantsyryeva H., Demchuk O. Quality of pea seeds and agroecological condition of soil when using structured water. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24 (7). P. 53–60.
5. Tkachuk O., Mordvanyuk M. Study of the influence of unfavorable vegetation conditions on agro-ecological resistance of bean varieties. Theoretical and practical aspects of the development of modern scientific research : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija publishing, 2022. P. 109–125.
6. Tkachuk O., Mordvaniuk M. Research of technological indicators of grain quality of legumes as objects of storage and processing. Development of scientific, technological and innovation space in Ukraine and EU countries. Riga, Latvia : Baltija publishing, 2021. P. 221–240.
7. Tkachuk O., Aliksieiev O. Influence of siderates on the agro-ecological condition of the soil. Agro-ecological potential of soil cover of Vinnytsia region : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija publishing, 2023. P. 189–211.
8. Razanov S.F. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (2). P. 294–300. DOI: 10.15421/2018_341.
9. Razanov S.F., Tkachuk O.P., Bakhmat O.M., Razanova A.M. Reducing danger of heavy metals accumulation in winter wheat grain which is grown after leguminous perennial precursor. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (1). P. 254–260. DOI: 10.15421/2020_40.
10. Razanov S.F., Tkachuk O.P., Ovcharuk V.V., Ovcharuk I.I. The effect of siderates on soil fertility. *Balanced environmental management*. 2021. №. 4. P. 144–152.

11. Razanov S.F., Tkachuk O.P., Razanova A.M., Bakhmat M.I., Bakhmat O.M. Intensity of heavy metal accumulation in plants of *Silybum marianum* L. in conditions of field rotation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (2). P. 131–136. DOI: 10.15421/2020_75.

12. Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Adaptability and agroecological sustainability of fast ripening soybean varieties. *Scientific reports of NUBiP*. 2023. № 1/101. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/27349>

13. Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Adaptability, sustainability and productivity of mid-early soybean varieties. *Agrarian innovations*. 2022. № 16. P. 70–79.

14. Tkachuk O., Verhelis V. Intensity of soil pollution by toxic substances depending on the degree of its washout. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24. № 3. P. 52–57.

15. Tkachuk O.P. Prerequisites for the transition of agriculture in Ukraine to ecologically balanced principles. *Environmental sciences*. 2022. № 5 (44). P. 144–149.

16. Tkachuk O.P., Vradiy O.I. The balance of nutrients in the soil during the cultivation of leguminous crops. *Environmental sciences*. 2022. № 2 (41). P. 43–47.

17. Tkachuk O. Biological features of the distribution of root systems of perennial legume grasses in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24. № 2. P. 70–76.

18. Mazur V., Tkachuk O., Pansyryeva H., Kupchuk I., Mordvaniuk M., Chynchyk O. Ecological suitability peas (*Pisum sativum*) varieties to climate change in Ukraine. *Agraarteacus. Journal of Agricultural Science*. 2021. № 2. Vol. XXXII. P. 276–283.

19. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*, 2021. Vol. 24. № 1. P. 54–60.

УДК 631.559:635.55:631.5(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.27>

УРОЖАЙНІСТЬ ЦИКОРІЮ САЛАТНОГО ЕНДИВІЙ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Улянич О.І. – д.с.-г.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

професор кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

Шевчук К.М. – к.с.-г.н.,

докторант кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

Стаття присвячена актуальним питанням удосконалення технології вирощування цикорію салатного ендивій у Південному Степу України. Дослідженнями передбачалося визначити оптимальний строк сівби цикорію салатного ендивій у відкритому ґрунті залежно від сорту, з'ясувати вплив на урожайність рослини. Застосовували у дослідженні загальнонаукові, вимірвальні, вагові, статистичні методи. Вивчення строку сівби цикорію салатного досліджували загальноприйнятими методами, зокрема звертаючи найбільшу увагу на фенологічні і біометричні показники росту і розвитку рослин, облік врожайності. У процесі узагальнення інформації проаналізовано джерела наукової літератури щодо строку сівби салату цикорного ендивій. Узагальнено ефективність

інноваційних елементів технології та віднайдено нові підходи у вирощуванні цикорію салатного ендивії і в подальшому дотримання оптимального строку сівби і збирання врожаю, що є досить актуальним для поширення, встановлення адаптивності культури та удосконалення технології вирощування цикорію салатного ендивії в Південному Степу України. Біометричні вимірювання рослин цикорію салатного ендивії, проведених на час збирання врожаю, встановлено, що упродовж років досліджень строк сівби впливає на кількість листків, діаметр розетки значною мірою. Доведено, що оптимальним строком сівби салату цикорного ендивії є I–III декади травня, а строк збирання – III декада серпня. Установлено і визначено кращі строки сівби та збирання сортів Корбі, Анконі, Бенефайн, Домарі, Мірна. Оптимальним строком сівби цикорію салатного ендивії у відкритому ґрунті є III декада травня, за яких отримано у сортів Корбі і Мірна 36,3–39,2 т/га, що істотно вище контролю на 4,7–7,6 т/га.

Ключові слова: цикорій салатний ендивії, сорт, строк сівби, кількість листків, діаметр розетки, урожайність.

Ulyanich O.I., Shevchuk K.M. The yield of chicory endive depends on the growing terms in the Southern Steppe of Ukraine

The article is devoted to the issues of the technology improving of growing the chicory endive in the Southern Steppe of Ukraine. The research was intended to determine the optimal sowing date of chicory depending on the variety, to find out the impact on the plant productivity in open ground. Used in research methods general scientific, measuring, weighing and weighting, statistics. The study of the sowing date of chicory was conducted by generally accepted methods, paying the higher attention to phenological and biometric indexes of plant growth and development, yield accounting. During the process of summarizing information, the sources of scientific literature on the timing of sowing of chicory endive salad were analyzed.

The efficiency of the innovative elements of the technology has been summarized and new approaches have been found in the cultivation of chicory endive and in the further observance of the optimal sowing date and harvesting, which is quite relevant for spreading, establishing the adaptability of the crop, and improving the technology of growing of the chicory endive in the Southern Steppe of Ukraine. Biometric measurements of chicory endive plants, carried out at the time of harvesting, have established that over the years of research, the sowing period affects the number of leaves, the diameter of the rosette to a large extent. It has been proven that the optimal date for sowing chicory endive are the 1st and 3rd decade of May, and the harvesting date is the 3rd decade of August. The best sowing date and harvesting have been established and determined for Corbi, Anconi, Benefine, Domari, Myrna varieties. The optimal period for sowing chicory endive in open ground is the third decade of May, during which 36.3–39.2 t/ha were obtained in Korbi and Myrna varieties, which is significantly higher than in the control by 4.7–7.6 t/ha.

Key words: chicory endive, variety, sowing date, number of leaves, rosette diameter, productivity.

Постановка проблеми. У сучасних економічних умовах постійного зростання цін на паливно-мастильні матеріали, добрива, засоби захисту рослин, насіння тощо одержання стабільно високого врожаю якісних коренеплодів неможливе без знання біологічних особливостей кожного конкретного сорту та застосування науково обґрунтованих технологій вирощування [5, с. 52–54]. Останнім часом питання забезпечення населення України якісними овочами, безпосередньо зеленню, набуває все більшого значення. Значне скорочення посівних площ, енергетична криза та ціна на енергоресурси значною мірою впливають на стрімке зростання цін на продукцію. В свою чергу значно ускладнена логістика імпорту продукції, що була характерною для ринку протягом останніх десятиріч. Сукупність даних факторів створюють особливий інтерес до цикорію салатного в українського виробника, проте широке впровадження у виробництво обмежується відсутністю сучасної науково-обґрунтованої технології вирощування культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення агробіологічних особливостей рослин, елементів технології вирощування цикорію салатного ендивії, реакції рослин на умови вирощування, низькі температури та посушливі умови задля отримання високих показників урожайності в умовах Півдня України має

важливе значення для поліпшення сортименту рослин, розширення терміну надходження свіжої зелені та забезпечення продовольчої безпеки України в цілому. Одержання високих і сталих врожаїв салату цикорного, як і інших сільськогосподарських культур, зумовлюється трьома факторами: високоякісним насіннєвим матеріалом, чітко відпрацьованою технологією вирощування та сприятливими погодними умовами. Строк сівби є одним із основних елементів технології вирощування салату цикорного, адже, навіть без мінімальних затрат, сприяє підвищенню врожайності. Добрі сходи – важлива умова для отримання високого врожаю [3, с. 125; 4, с. 67]. Тому багато вчених зазначають, що запізнення з сівбою призводить до зниження польової схожості внаслідок зниження вмісту вологи у ґрунті на глибині загортання насіння, що в результаті призводить до зниження врожайності [7, с. 78]. Строк сівби салату цикорного зумовлюється біологічними властивостями: проростанням насіння за невисоких температур ґрунту та стійкістю молодих рослин до весняного зниження температури [4, с. 67; 7, с. 79]. Основними орієнтирами для початку сівби салату цикорного є фізична стиглість ґрунту, тобто період, коли верхній шар його обробляється до дрібно грудочкуватого стану, що забезпечує максимальну польову схожість насіння [8, с. 62; 9, с. 35; 13, с. 41]. За даними ряду українських вчених-овочівників встановлено, що запізнення з сівбою лише на 5–8 діб призводить до недобору врожаю понад 5,0 т/га і зниження якісних показників [7, с. 67]. За більш поглибленого дослідження цього питання доведено, що строк сівби є одним із ефективних методів впливу на фенотип рослин, у т. ч. на ріст, розвиток, формування врожаю і його якісні показники [11, с. 17]. Крім того, строк сівби впливає не лише на врожайність салату цикорного, а і на якість отриманої продукції, що зумовлює краще використання [6, с. 67]. Тому, визначення оптимальних строків сівби салату цикорного ендивій з метою отримання найбільшої врожайності є важливим і актуальним завданням.

Постановка завдання. Дослідженнями передбачалося вивчити строк сівби цикорію салатного та з'ясувати вплив на урожайність рослин в умовах Півдня України. Для досягнення мети поставлено відповідні завдання: виявити оптимальний строк сівби салату цикорного ендивій, встановити вплив строку сівби на урожайність і якість.

Вивчали вплив строків сівби на урожайність салату цикорного ендивій. Дослідження проводили упродовж 2018–2020 рр. на полях фермерського господарства «Октавія-К». Досліджували три строки сівби – II декада квітня, I декада травня та III декада травня. Загальна площа дослідної ділянки 15 м², повторність досліду – чотириразова. Як об'єкт досліджень обрано сорти Корбі, Анконі, Бенейфайн, Домарі, Мірна. Схема розміщення рослин 45×25 см (89 тис. шт./га). Фізико-хімічні властивості ґрунту і рельєф місцевості, де проводилися дослідження, за своїми показниками цілком придатні до вирощування овочів. З метою контролю якісних показників цикорію салатного в Україні користувалися стандартом РСТ УРСР 305–89 (UNECE STANDARD FFV-38, 2017). Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка [2, с. 165]. Дисперсійний аналіз отриманих результатів виконувався на ПК за програмою Agrostat.

Виклад основного матеріалу дослідження. У роки досліджень поява поодиноких сходів цикорію салатного ендивій за сівби у II декаді квітня спостерігалася через 7–14 діб. За сівби салату у I декаді травня сходи з'явилися через 6–10 діб. За строку сівби у III декаді травня сходи з'явилися через 8 діб. Більш ранні і дружні сходи отримано за сівби салату цикорного у I декаді травня. Завдяки цьому вегетаційний період рослин даного терміну сівби був більш тривалим, що позитивно

впливало на урожайність. За сівби цикорію салатного у III декаді травня сходи з'явилися у більш короткий термін через 8–10 діб, що на 2–6 діб швидше, ніж за сівби II декаді квітня. Однак, за сівби у III декаді травня відмічена зрідженість сходів, що можна пояснити недостатньою кількістю вологи у ґрунті, а також внаслідок появи ґрунтової кірки. Вологість ґрунту у I декаді травня була нижчою на 4–5%, ніж у II декаді квітня і становила 20–22% НВ. Масові сходи (75%) за усіх строків сівби з'явилися через місяць. Повні сходи відзначені у червні, і були відмічені за сівби у II декаді квітня – 7–10 червня, за сівби у I декаді травня – 19–20 червня, у III декаді травня – 25–28 червня. Отже, важливими факторами для проростання насіння і появи сходів цикорію салатного є температура і вологість ґрунту. В результаті за сівби у I та III декаді травня отримано більше рослин на одиниці площі, тому що спостерігалися більш сприятливі умови для сівби в першій і другій декаді травня.

Спостереженнями за основними біометричними показниками росту рослин встановлено певні відмінності у досліджуваних сортів відповідно до строку сівби. Загальна кількість листків у цикорію салатного ендивій залежно від строку сівби (табл. 1).

Сорт цикорію салатного ендивій Бенефайн характеризувався найбільшою кількістю листків – 37,8–43,4 шт./роsl., що на 7,5–13,1 шт./роsl. перевищувало контроль. Сорт Домарі показав вищі результати за сівби у всі строки і кількість листків склала 41,1–45,1 шт./роsl. та перевищила контроль на 10,8–14,8 шт./роsl. Відповідно подібний результат отримано у сорту Мірна, у якого кількість листків склала 40,7–44,7 шт./роsl. та перевищила контроль на 10,4–14,4 шт./роsl.

Таблиця 1

**Загальна кількість листків у цикорію салатного ендивій
в залежності від строку сівби, шт./роsl.**

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Рік досліджень			Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
		2018	2019	2020		
Корбі	квітень II декада (К)*	31,4	28,6	30,9	30,3	0
	травень I декада	33,4	35,6	32,2	33,7	+3,4
	травень III декада	32,2	29,3	31,1	30,9	+0,6
Анконі	квітень II декада	30,9	30,0	28,1	29,7	-0,6
	травень I декада	35,6	39,8	34,5	36,6	+6,3
	травень III декада	32,2	32,8	33,0	32,7	+2,4
Бенефайн	квітень II декада	39,8	34,5	39,2	37,8	+7,5
	травень I декада	41,1	45,6	43,4	43,4	+13,1
	травень III декада	41,2	40,9	42,2	41,4	+11,1
Домарі	квітень II декада	42,5	41,5	42,8	42,3	+12,0
	травень I декада	46,5	43,2	45,5	45,1	+14,8
	травень III декада	40,5	41,2	41,5	41,1	+10,8
Мірна	квітень II декада	39,4	40,5	42,1	40,7	+10,4
	травень I декада	44,5	45,2	44,5	44,7	+14,4
	травень III декада	41,5	42,2	42,5	42,1	+11,8
	НІР ₀₅ загальна	2,95	2,25	1,96		
	фактору А	3,20	2,70	2,67		
	фактору В	0,21	0,31	0,41		
	факторів АВ	2,14	1,61	1,40		

(К)* – контроль

Характеризуючи загальну кількість листків на рослині залежно від строку сівби, відмічаємо порівняно меншу їх кількість на 15,0–16,1 %, що значною мірою пов'язано з погодними умовами, що склалися на час вирощування. Нестача вологи та досить високі показники температури від часу з'явлення сходів до настання фази інтенсивного росту за пізніх строків вирощування негативно позначилося на формуванні загальної кількості листків на рослині.

Відмічено перевищення діаметра розетки листків на 7,7–8,1 % за сівби у III декаду травня у сортів ендівію. Це пояснюється ботанічними особливостями салату, які за меншої кількості листків формують листову пластинку з дещо більшими розмірами та площею, а це впливає на збільшення розмірів самої рослини.

Характеризуючи вплив строку сівби та сортименту на діаметр розетки листків за різних строків сівби відмічаємо значне перевищення цього показника у сортів цикорію салатного ендивій за сівби у III декаді квітня. Так, діаметр розетки листків салату ендивій становив 33,4–43,3 см. Це пояснюється сортовими особливостями даного салату, оскільки він належить до ранньостиглих сортів та утворює великі розетки гофрованих листків (табл. 2).

Таблиця 2

**Діаметр розетки рослин цикорію салатного ендивій
в залежності від строку сівби, см**

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Рік досліджень			Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
		2018	2019	2020		
Корбі	квітень II декада (К)*	37,7	38,2	35,3	37,1	0
	травень I декада	39,3	40,5	37,9	39,2	+2,1
	травень III декада	41,3	40,8	39,8	40,6	+3,5
Анконі	квітень II декада	38,7	39,4	37,3	38,5	+1,4
	травень I декада	42,3	43,5	39,9	41,9	+4,8
	травень III декада	40,3	42,8	41,8	41,6	+4,5
Бенефайн	квітень II декада	31,8	33,9	34,4	33,4	-3,7
	травень I декада	41,3	42,5	39,5	41,1	+4,0
	травень III декада	41,3	43,8	44,8	43,3	+6,2
Домарі	квітень II декада	37,9	37,2	35,6	36,9	-0,2
	травень I декада	39,5	40,7	38,8	39,7	2,6
	травень III декада	40,3	41,8	39,5	40,5	3,4
Мірна	квітень II декада	39,7	39,2	40,7	39,9	2,8
	травень I декада	39,9	41,5	39,8	40,4	3,3
	травень III декада	41,8	42,2	40,9	41,6	4,5
	HP ₀₅ загальна	1,5	1,2	1,6		
	фактору А	1,2	1,7	1,7		
	фактору В	0,2	0,3	0,4		
	факторів АВ	1,4	1,6	1,3		

(К)* – контроль

За сівби у III декаді травня за загального перевищення показників діаметра розетки листків досліджуваних сортів цикорію салатного ендивій, спостерігаємо значне перевищення цього показника середні показники яких за роки досліджень зафіксовано на рівні 40,5–43,3 см, що на 3,4–6,2 см вище контролю.

Отже, характеризуючи отримані дані основних біометричних ознак, відмічаємо, що на їх значення впливають як сортові ознаки досліджуваних сортів, так і строк сівби та умови року проведення досліджень. Аналізом результатів біометричних вимірювань цикорію салатного ендивій, проведених на час збирання врожаю, встановлено, що упродовж трьох років досліджень кількість листків, діаметр розетки значною мірою впливають на продуктивність сортів та залежать від строку сівби.

Характеризуючи масу розетки листків цикорію салатного ендивій за роки проведення досліджень, відмічаємо значне варіювання показників як по сортах так і за строками вирощування. Показник маси розетки листків у досліджуваних сортах цикорію салатного ендивій відмічений на рівні 305–450 г (рис. 1).

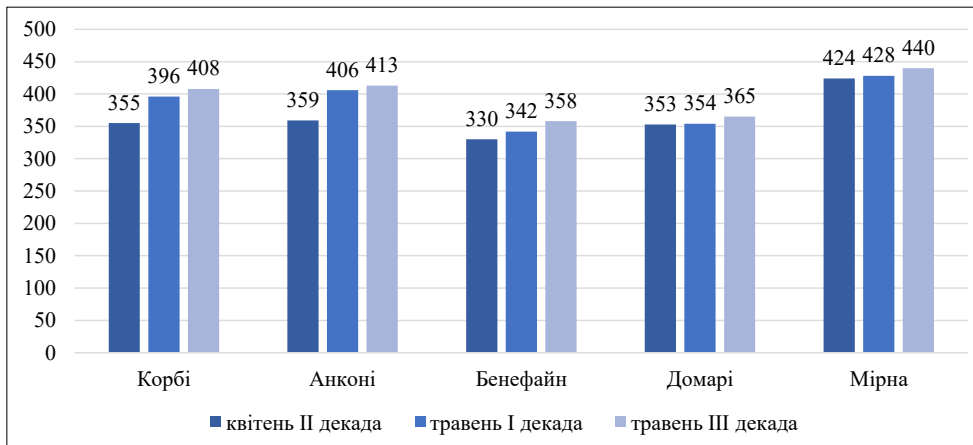


Рис. 1. Маса рослини цикорію салатного ендивій в залежності від строку сівби, г (середнє за 2018–2020 рр.)

Загалом за роки досліджень маса розетки цикорію салатного ендивій становила 330–440 г. Вищими показниками вирізнявся сорт Анконі і Мірна за сівби у III декаді травня – 413–440 г та істотно переважало контроль на 58–85 г.

Аналіз результатів продуктивності підтвердив, що урожайність досліджуваних сортів залежить від дати сівби, сортового різноманіття, а також впливу умов вирощування в окремі роки досліджень (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність сортів цикорію салатного ендивій залежно від строку сівби, т/га

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Роки досліджень			Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
		2018	2019	2020		
1	2	3	4	5	6	7
Корбі	квітень II декада (К)*	30,5	31,7	32,5	31,6	0
	травень I декада	34,9	34,4	36,6	35,3	3,7
	травень III декада	36,1	35,4	37,5	36,3	4,7
Анконі	квітень II декада	31,5	31,4	31,9	31,6	0
	травень I декада	34,7	35,3	38,4	36,1	4,5
	травень III декада	36,7	36,3	37,3	36,8	5,2

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7
Бенефайн	квітень II декада	27,2	28,9	32,1	29,4	-2,2
	травень I декада	29,1	30,5	31,7	30,4	-1,2
	травень III декада	31,9	31,1	32,6	31,9	0,3
Домарі	квітень II декада	31,3	32,1	31,0	31,5	-0,1
	травень I декада	32,0	30,6	30,9	31,2	-0,4
	травень III декада	34,3	32,2	31,1	32,5	0,9
Мірна	квітень II декада	37,0	38,0	38,3	37,8	6,2
	травень I декада	37,6	37,9	38,9	38,1	6,5
	травень III декада	40,1	38,3	39,1	39,2	7,6
	НІР ₀₅ загальна	3,02	3,13	2,87		
	фактору А	3,24	2,29	2,07		
	фактору В	2,75	2,04	2,72		
	факторів АВ	2,13	2,21	2,09		

Аналізуючи середні показники урожайності, відмічаємо певне їх перевищення у сортів цикорію салатного ендивій Корбі, Анконі і Мірна за сівби у III декаді травня – 36,3–39,2 т/га, що вище контролю на 4,7–7,6 т/га. Перевищення врожайності за НІР₀₅ у роки досліджень порівняно до контролю (сорт Корбі) статистично підтвержене.

Висновки і пропозиції. З'ясовано, що у Південному Степу України строк сівби і збирання продукції цикорію салатного змінюючи тривалість вегетації рослин, значно впливає на врожайність салату. Оптимальним строком сівби цикорію салатного ендивій у відкритому ґрунті є I і III декада травня, за яких отримано 36,3–39,2 т/га, що вище контролю на 4,7–7,6 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bais, H.P., Ravishankar, G.A. Cichorium intybus L. – cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. *J. Sci. Food. Agric.* 2001. № 18. P. 467–484.
2. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 370 с.
3. Corey K.A., Marchant D.J., Whitney L.F. Witloof chicory: A new vegetable crop in the United States. In: J. Jenick and J.E. Simon (eds) *Advances in new crop. Timber Press.* Portland OR. 1990. P. 414–418.
4. Миколайко В. П. Особливості росту та розвитку насінників рослин цикорію коренеплідного залежно від агротехнологічних умов вирощування насіння. *Збірник наукових праць ПДАТУ. Кам'янець-Подільський : ПДАТУ.* 2016. Вип. 24. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 151–158.
5. Rubatzky, V. E., Yamaguchi M. Y. Witloof chicory. In: *World Vegetables-Principles, Production, and Nutritive Values, Champan and Hall,* NY. 1997. P. 351–354.
6. Ткач О. В. Цикорій і особливості його вирощування. *Наукові праці Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наукових праць.* Київ : Корзун, 2012. Вип. 15. С. 343–348.
7. Schetyna S. V., Slobodanyk G. Ya., Ternavskiy A. G., Kuhniuk O. V., Didenko I. A. Ecological Status of Soils and Vegetable Products in Cherkasy Region. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2018. № 8 (3). 10–19.
8. Воевода Л. І. Адаптивна здатність сортів салату цикорного вітлуф в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського*

національного університету садівництва. К.: Основа, 2018. Вип. 93. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 118–126.

9. Сорока Л. В., Воевода Л. І. Салат цикорний вітлуф в Україні. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2018. Is. VI(21). P. 179. URL: <https://doi.org/10.31174/SEND NT2018-179VI21-02>. С.10–13.

10. UNECE Standard FFV-38 concerning the marketing and commercial quality control of Chicory. URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/standard/fresh/FFV-Std/English/38_Chicory.pdf.

11. Herregods M. The effect of some factors on witloof during storage. *ActaHort*. 1971. № 20. P. 36–42.

12. Яковенко К. І., Бондаренко В. Овочівництво України на порозі XXI століття. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 8. С. 21–22.

13. Яценко А. О. Цикорій коренеплідний: Біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів. Умань : ФІЦБ УААН. 2003. 161 с.

УДК 634.54.635.075

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.28>

ПРОДУКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ СОРТІВ ВИНОГРАДУ СТОЛОВОГО В УМОВАХ ПІВНОЧІ СТЕПУ УКРАЇНИ

Циліорик О.І. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Іжболдін О.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Пащенко Н.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Активізація культивування сучасних сортів винограду столового в умовах Півночі Степу України має виняткове практичне значення, котре обумовлено як вагою винограду в структурі ягідної продукції, так і цінними харчовими властивостями, наявністю ключових необхідних поживних елементів. Метою було показати механізми формування врожайності як результат онтогенетичних особливостей сортів винограду столового. Використовували для дослідження сучасні комерційні сорти винограду столового Рафінад, Армани, Кармакод, Січеслав, Іванко. Польові експерименти виконували у ТОВ «Агросільпром» Новомикоського району Дніпропетровської області. Посадки закладали у 2020 році згідно схеми садіння $3,5 \times 1,5$ м. Кожен варіант відповідно складав 10 облікових куців винограду столового. Використовували краплинне зрошення. Обліки і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку отриманих даних – методом факторного та дискримінантного аналізу. Протягом 2020–2022 років проводили аналіз морфометрії основних показників цього процесу. Значно повільніше від інших сортів зростає сорт Іванко. Такі індикатори як довжина пагонів, діаметр пагону, площа поперечного перерізу та його об'єм достовірно не вплинули на врожайність. Середня довжина пагону та визріла частина грона вже були вагомі в своєму впливі. Серед параметрів, що безпосередньо відносяться до структури врожайності статистично достовірно вплинули всі, але більше значення мали середня маса грона та продуктивність з куща. За результатами проведеного польового дослідження встановлено, що суттєве при вирощуванні у відкритому

грунті на крапельному зрошенні підвищення продуктивності показали два з п'яти досліджених сортів, а саме Армані та Кармакод, що перевищили інші три генотипи за цими ключовими параметрами. В майбутньому планується провести аналіз якості отриманого матеріалу.

Ключові слова: виноград столовий, врожайність, онтогенез, сорт, Степ.

Tsyliuryk O.I., Izhboldin O.O., Paschenko N.O. Productivity of table grape varieties under the Ukrainian North Steppe conditions

Activation of the cultivation of modern varieties of table grapes under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine is of exceptional practical importance, which is due to the weight of grapes in the structure of berry products, as well as valuable nutritional properties, the presence of key necessary nutritional elements. The aim was to show the mechanisms of yield formation as a result of the ontogenetic features of table grape varieties. Modern commercial varieties of table grapes Rafinad, Armani, Karmakod, Sicheslav, Ivanko were used for research. Field experiments were performed at LLC Agrosilprom, Novomoskovskiy district, Dnipropetrovsk region. Plantings were laid in 2020 according to the planting scheme of 3.5×1.5 m. Each option, respectively, consisted of 10 accounting bushes of table grapes. Drip irrigation was used. Records and observations were carried out according to generally accepted methods, statistical processing of the received data – by the method of factor and discriminant analysis. During 2020–2022, an analysis of the morphometry of the main indicators of this process was carried out. The variety Ivanko grew much slower than other varieties. Such indicators as shoot length, shoot diameter, cross-sectional area, and its volume did not reliably affect yield. The average length of the shoot and the ripe part of the bunch were already significant in their influence. Among the parameters directly related to the yield structure, all had a statistically significant effect, but the average weight of bunches and productivity per bush were more important. According to the results of the conducted field experiment, it was established that two of the five studied varieties, namely Armani and Karmakod, showed a significant increase in productivity when grown in open ground on drip irrigation, which exceeded the other three genotypes in terms of these key parameters. In the future, it is planned to conduct an analysis of the quality of the obtained material.

Key words: table grape, yield, ontogenesis, variety, Steppe.

Постановка проблеми. Активізація культивування сучасних сортів винограду столового в умовах Півночі Степу України має виняткове практичне значення, котре обумовлено як вагою винограду в структурі ягідної продукції, так і цінними харчовими властивостями, наявністю ключових необхідних поживних елементів. У виноградній продукції виявлено більш ніж сотню цінних та необхідних речовин та компонентів, що забезпечують повноцінне харчування людини. Одному кілограму винограду відповідає біля тисячі калорій. Хімічний склад винограду столового представлений багатьма незамінними органічними та неорганічними речовинами, до складу котрих зараховують, наприклад, численні вітаміни груп А, В, С, Р, РР. Ключовими технологічним показником якості винограду столового є вміст цукрів, що може сягати 34 г на 100 см³ ягід. Переважно цукри представлені фруктозою, глюкозою, котрі відповідають за смакові властивості, є основою харчовою споживної цінності продукції [1; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний попит на плодоовочеву продукцію, зростання вимог споживання населення вимагає постійного поліпшення якості та підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур. Не зважаючи на дуже значний попит у підвищенні виробництва винограду столового у регіоні не можна сказати, що усі вимоги своєчасно та в повному обсязі вдовольняються. Більш того, суттєве удорожчання окремих компонентів інтенсивної технології вирощування призвело до проблем, котрі частково пов'язані і з актуалізацією сортової складової [6; 7].

Доволі часто суттєвою проблемою є не недосконалість конкретного генотипу, особливо коли справа стосується якісних параметрів, а недотримання окремих елементів технології вирощування, або відсутність урахування особливостей сорту при її розробці [4; 5].

Створення високоврожайних генотипів винограду столового, з гарними адаптивними властивостями відповідає вимогам інтенсифікації регіонального

розвитку АПК, тим викликам, що стоїть перед сучасним сільським господарством. Сортова варіанса є основою забезпечення сталого розвитку виробництва плодово-ягідної продукції, перш за все, за рахунок подальшого вдосконалення онтогенетичних особливостей в формуванні величини грона та ваги ягід, поліпшення технологічних властивостей [8; 9].

Відповідність конкретного сортового матеріалу винограду столового визначається його екологічною адаптивністю, тобто здатністю до формування вищого стабільно рівня врожаю по відношенню до тих генотипів, що вже активно використовуються в господарствах [2; 10].

Метою було показати механізми формування врожайності як результат онтогенетичних особливостей сортів винограду столового.

Постановка завдання. Використовували для дослідження наступні сучасні комерційні сорти винограду столового Рафінад, Армані, Кармакод, Січеслав, Іванко.

Польові експерименти виконували у ТОВ «Агросільпром» Новомосковського району Дніпропетровської області. Посадки закладали у 2020 році згідно схеми садіння $3,5 \times 1,5$ м. Кущі формували за віяловою безштамбовою формою. Досліди проводили в трьохкратній повторності. Повторності були розміщені регулярно, кожен варіант відповідно складав 10 облікових кущів винограду столового. Ґрунти ділянки, де проводили дослідження – чорнозем звичайний середньогумусний середньосугинковий, попередником був чорний пар. Для подолання дефіциту вологи використовували краплинне зрошення.

ТОВ «Агросільпром» розташоване в підзоні Півночі Степу України. Характерний помірно-континентальний клімат, для котрого властиве спекотне літо та малосніжна, переважно тепла зима, також кожного року відбувається в той чи іншій формі посуха.

Погодні умови даного господарства визначаються наступними параметрами: середня температура липня $+23$ °С, січня $-5,5$ °С; опади досягають максимуму у липні–серпні; у квітні–травні можуть бути суховії; в середньому кожного року не менш 225 сонячних днів, щорічні опади на рівні 500 мм.

Обліки і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку отриманих даних – методом факторного аналізу за допомогою модуля ANOVA, дискримінантним аналізом (Statistica 10.0).

Виклад основного матеріалу дослідження. З 2020-го (починаючи з посадки сортового матеріалу) по 2022-й роки як інтервал активного онтогенезу та закладання продуктивності лози проводили аналіз морфометрії основних показників цього процесу. Як можна побачити, вони поступово зростають навіть після настання товарного плодоношення (2022 рік).

Таблиця 1

Середня довжина пагонів сортів винограду при крапельному зрошенні на відкритому ґрунті, см ($\bar{x} \pm SD$, $n = 5$)

Сорт	Рік вирощування			Середня	% до стандарту
	2020	2021	2022		
Рафінад	71,13 \pm 0,30 ^a	76,19 \pm 0,41 ^a	87,15 \pm 0,56 ^a	78,16 \pm 0,46 ^a	100,00
Армані	70,34 \pm 0,32 ^a	77,76 \pm 0,36 ^a	94,22 \pm 0,98 ^b	80,77 \pm 0,61 ^a	103,35
Кармакод	71,12 \pm 0,41 ^a	78,45 \pm 0,43 ^a	95,36 \pm 0,51 ^b	81,64 \pm 0,51 ^{ab}	104,46
Січеслав	72,17 \pm 0,42 ^a	77,33 \pm 0,34 ^a	93,88 \pm 0,60 ^b	81,13 \pm 0,73 ^{ab}	103,80
Іванко	67,04 \pm 0,40 ^b	72,12 \pm 0,42 ^b	80,71 \pm 0,70 ^c	73,29 \pm 0,59 ^c	93,77

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05}$.

Не можна вказати вагомі відмінності зумовлені саме генотипом згідно з отриманих даних, але можна зауважити, що генотипова варіативність була значима ($F=4,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,05$), варіативність за річними темпами зростання передувала ($F=87,14$; $F_{0,05}=4,45$; $P=1,32 \cdot 10^{-5}$). Значно повільніше від інших сортів зростав сорт Іванко, більш інтенсивно (але лише на другий-третій рік вирощування) сорти Армані, Кармакод, Січеслав, що достовірно позитивно відрізнялись від двох інших сортів.

Визначальними параметрами при формуванні морфометрії куща винограду є характеристики пагону, що безпосередньо впливають на формування високого рівня врожаю. Особливо це стосується співвідношень між вегетативною та генеративною частиною куща (Таблиця 2). Встановлено, що генотипова варіативність була для першого та другого параметрів ($F=3,11$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,09$) та ($F=1,98$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,12$) статистично недостовірна, для третього навпаки, біла значною ($F=7,12$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,01$).

Таблиця 2

Параметри онтогенезу пагону сортів винограду столового (2020–2022 рр.)
($x \pm SD$, $n = 5$)

Сорт	Діаметр пагону, см.	Площа поперечного перерізу см^2	Об'єм, см ³	
			см ³	% до контролю
Рафінад	0,78±0,05 ^a	0,41±0,03 ^a	31,98±0,65 ^a	100,00
Армані	0,71±0,06 ^a	0,43±0,03 ^a	30,53±0,71 ^a	95,47
Кармакод	0,70±0,04 ^a	0,43±0,02 ^a	28,10±0,65 ^b	91,12
Січеслав	0,71±0,06 ^a	0,44±0,02 ^a	31,24±0,51 ^a	97,69
Іванко	0,75±0,05 ^a	0,35±0,03 ^a	26,25±0,68 ^b	82,08

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

За перши та другим показником при порівнянні сортів одним з одним не виділилося жодного з генотипів – варіативність була на одному рівні. Лише за станім параметром – об'ємом пагону – суттєво відрізнялися сорти Кармакод та Іванко ($F=5,34$; $F_{0,05}=4,11$; $P=0,03$), але як наслідок, за сформованим в ході онтогенезу об'ємом вегетативної частини вони суттєво поступалися сортам Рафінад, Січеслав, Армані.

На наступному етапі дослідження перешли до з'ясування особливостей формування тієї частини пагона, що безпосередньо формує грона. Слід продемонструвати за матеріалами Таблиці 3, що у сортів Армані, Кармакод, Січеслав ($F=6,17$; $F_{0,05}=4,01$; $P=0,02$) вона статистично достовірно більша, ніж для інших сортів, тобто на 4–7 % відносно.

Таким чином, більш вагомим для проходження онтогенезу стали два параметри – пришвидшення росту та розвитку формування вегетативної маси в онтогенезі на другий-третій рік вирощування та співвідношення використання частини пагону для формування грона. Хоча, як ми далі побачимо, відставання сорту Іванко не стало критичним з точки зору остаточної врожайності. Варіація за сортом була статистично значима ($F=4,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,05$).

Щодо параметрів структури врожайності, котрі безпосередньо впливають на загальну продуктивність (Таблиця 4), то за кількістю грон з куща вищим показник

був у сорту Кармакод ($F = 7,12$; $F_{0,05} = 4,45$; $P = 0,02$). Перевищував інші три сорти сорт Армані ($F = 7,99$; $F_{0,05} = 4,45$; $P = 0,01$), але статистично поступався сорту Кармакод ($F = 6,08$; $F_{0,05} = 4,45$; $P = 0,02$). Генотипова варіативність була значима ($F = 7,14$; $F_{0,05} = 3,84$; $P = 0,01$), мінливість по роках теж була достовірною ($F = 56,31$; $F_{0,05} = 4,45$; $P = 2,17 \cdot 10^{-4}$).

Таблиця 3

Рівень визрівання пагонів сортів винограду (2019–2021 рр.) ($x \pm SD$, $n = 5$)

Сорт	Середня довжина пагону, см	Визріла частина лози		% до контролю
		см	%	
Рафінад	78,16±0,46 ^a	55,15±1,32 ^a	70,56	100,00
Армані	80,77±0,61 ^a	59,67±1,12 ^b	73,88	104,70
Кармакод	81,64±0,51 ^{ab}	61,74±1,17 ^b	75,62	107,18
Січеслав	81,13±0,73 ^{ab}	60,18±1,33 ^b	74,18	105,13
Іванко	73,29±0,59 ^c	52,17±1,05 ^c	71,18	100,88

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05}$.

За показником середньої маси грона виділилися лише сорт Кармакод, котрий переважав сорти Січеслав, Іванко, Рафінад але не відрізнявся від сорту Армані, котрий в свою чергу не відрізнявся від сортів Січеслав, Іванко. Генотипова варіативність не була для значима ($F = 3,67$; $F_{0,05} = 3,84$; $P = 0,06$), мінливість по роках була достовірною ($F = 19,24$; $F_{0,05} = 4,45$; $P = 0,004$).

За показником продуктивності (вага винограду з куща) високим був показник сорту Кармакод ($F = 9,11$; $F_{0,05} = 4,11$; $P = 0,005$), на одному рівні з ним був сорт Армані ($F = 2,45$; $F_{0,05} = 4,11$; $P = 0,07$), вони статистично достовірно відрізнялися від інших сортів ($F = 7,80$; $F_{0,05} = 4,45$; $P = 0,01$). Генотипова варіативність була значима ($F = 9,64$; $F_{0,05} = 3,84$; $P = 0,01$), мінливість по роках теж була достовірною ($F = 87,11$; $F_{0,05} = 4,45$; $P = 1,17 \cdot 10^{-5}$).

Таблиця 4

Показники продуктивності кущів винограду (2021–2022 рр.) ($x \pm SD$, $n = 10$)

Сорт	Кількість грон, шт./кущ	Середня маса грона, г	Продуктивність, кг/кущ	Продуктивність, т/га
Рафінад	5,44±0,21 ^a	531,11±21,35 ^a	2,67±0,14 ^a	5,31±0,13 ^a
Армані	6,45±0,34 ^b	589,18±27,27 ^a	3,24±0,14 ^b	5,98±0,18 ^b
Кармакод	7,32±0,31 ^c	618,32±27,19 ^{ab}	3,29±0,16 ^b	6,20±0,17 ^b
Січеслав	5,66±0,31 ^a	561,14±27,19 ^a	2,66±0,18 ^a	5,13±0,17 ^a
Іванко	5,06±0,31 ^a	554,10±24,14 ^a	2,44±0,21 ^a	5,16±0,13 ^a

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05}$.

За показником врожайності з одиниці площі суттєву перевагу мала група сортів Кармакод та Армані ($F = 14,12$; $F_{0,05} = 4,01$; $P = 0,002$), що остаточно підтвердили свою більш високу врожайність при вирощуванні в умовах посушливого регіону та можуть бути рекомендовані як більш продуктивні для підзони Півночі Степу України. Генотипова варіативність була значима ($F = 19,19$; $F_{0,05} = 3,84$; $P = 1,11 \cdot 10^{-3}$), мінливість по роках теж була достовірною ($F = 122,17$; $F_{0,05} = 3,17$; $P = 3,32 \cdot 10^{-7}$).

Суттєвим є ідентифікація ознак, котрі безпосередньо вплинули на формування високою врожайності сорту. Для цього було проведено дискримінантний аналіз (Таблиця 5) що показав відносне значення окремих ознак та їх вплив на параметр врожайності з одиниці площі. Такі індикатори як довжина пагонів, діаметр пагону, площа поперечного перерізу та його об'єм з досліджених онтогенетичних ознак статистично достовірно не вплинули на врожайність. Середня довжина пагону та визріла частина грона вже були вагомі в своєму впливі.

Таблиця 5

Вагомість ознак у формуванні товарної продуктивності

Параметр в моделі	Wilks Lambda λ	Часткова Lambda	F-критичне (4,88)	p-рівень
Довжина пагонів	0,65	0,22	1,31	0,16
Діаметр пагону	0,60	0,26	2,55	0,12
Площа поперечного перерізу	0,57	0,27	2,69	0,11
Об'єм	0,40	0,37	3,12	0,09
Середня довжина пагону	0,19	0,70	5,13	0,05
Визріла частина лози	0,06	0,86	15,55	0,01
Кількість грон	0,10	0,77	8,34	0,01
Середня маса грона	0,08	0,83	17,34	0,01
Продуктивність, кг/кущ	0,05	0,90	28,15	0,01

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05}$.

Серед параметрів, що безпосередньо відносяться до структури врожайності статистично достовірно вплинули всі, але більше значення мали середня маса грона та продуктивність з куща. Саме вони обумовили перевищення за врожайністю двох сортів Армані та Кармакод.

Висновки і пропозиції. За результатами проведеного польового дослідження встановлено, що суттєве при вирощуванні у відкритому ґрунті на крапельному зрошенні підвищення продуктивності показали два з п'яти досліджених сортів, а саме Армані та Кармакод, що перевищили інші три генотипи за деякими ключовими параметрами, а саме довжина пагону (частково) та визріла частина грона (обидва) з морфометричних та показники кількості грон (високоваріативний, той, що вагомо поділив групу сортів), середня маса грона та продуктивність з куща (більш значимі з елементів структури врожайності ніж попередній). Частково ймовірно, також, що на формування високої продуктивності сортів вплинула активність вегетації по роках вирощування, з більшою інтенсивністю на деяких етапах. В майбутньому планується провести аналіз якості отриманого матеріалу в залежності від сорту та умов вирощування, як технологічний, так і вміст ключових біохімічно-цінних речовин та мікроелементів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Adams D. Phenolics and Ripening in Grape Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006. 57 (3). P. 249–256.
2. Aroosa K., Sharma M. K., Newsheen N., Rifat B., Sundouri A. S., Saba B., Kouser J. Impact of Fertilizer and Micronutrients Levels on Growth, Yield and Quality of Grape cv. Sahebi. *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2018. 27 (5). P. 1–9.

3. Brataševac K., Sivilotti P., Vodopivec B. Soil and foliar fertilization affects mineral contents in *Vitis vinifera* L. cv. rebula leaves. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2013. 13 (3). P. 122–128.
4. Conde A, Neves A, Breia R, Pimentel D, Dinis LT, Bernardo S, Correia CM, Cunha A, Gerós H, Moutinho-Pereira J. Kaolin particle film application stimulates photo assimilate synthesis and modifies the primary metabolite of grape leaves. *Journal Plant Physiology*. 2018. 223. P. 47–56.
5. Souza C. R., Maroco J., Santos T. et al. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2005. 106. P. 261–274.
6. Šuklje K., Antalick G., Meeks C. Grapes to wine: the nexus between berry ripening, composition and wine style. *Acta Horticulturae*. 2017. 1188. P. 43–50.
7. Kameneva N., Tkachenko O. Influence of preparations Biolan and Vympel for the crop and quality of grapes and wine from varieties Aligote and Rkatsiteli. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*. 2019. 41 (2). P. 254–258.
8. Williams P. J., Cynkar W., Francis L. Quantification of glycosides in grapes, juices, and wines through a determination of glycosyl glucose. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1995. 43. P. 121–128.
9. Wong D. Berry Sensory Analysis. A common language for describing maturity. *Vineyard and winery management*. 2015. 2. P. 54–58.

УДК 63:631.81

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.29>

РЕГУЛЯТОРИ РОСТУ В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Циліорик О.І. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри рослинництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Сологуб І.М. – аспірантка кафедри рослинництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Безперервне зростання цін на мінеральні добрива під кукурудзу безумовно обмежує використання добрив, що веде до пошуку нетрадиційних джерел внесення елементів живлення, а зокрема використання біологічних природних та синтетичних стимуляторів росту, які не шкідливі для довкілля і дозволяють ширше використовувати весь генетичний потенціал кукурудзи. Мета роботи полягала у вивченні впливу різних регуляторів росту рослин на інтенсивність фотосинтезу, розвиток, ріст і продуктивність кукурудзи різних груп стиглості в Степу України. Проводили польові наукові дослідження за загально прийнятими методиками дослідної справи із наступним використанням математичної обробки експериментальних даних за допомогою дисперсійного аналізу. Виявлено збільшення умісту хлорофілу при внесенні препаратів Авангард Гроу Аміно і Авангард Гроу Гумат у порівнянні з Вимпел 2 і Альфа Нано Гроу на 11,3–23,7%. Прибавка зерна від використання стимуляторів росту на кукурудзі становила у ранньостиглого гібриду ДН Пивиха – 0,13–0,37 т/га (2,7–7,7%), середньораннього ДН Хортиця – 0,85–1,08 т/га (16,6–18,5%), середньостиглого ДН Джулія – 0,20–0,22 т/га (3,20–3,4%), середньопізннього ДН Олена – 0,05–0,53 т/га (0,65–7,6%). Серед використаних препаратів слід виділити Авангард Гроу Аміно та Авангард Гроу Гумат які забезпечували тенденцію до підвищення умісту сирого протеїну до 6,42–8,4%, або на 0,12–0,48 в.п. (відсоткові пункти) більше та умісту сирого жиру порівняно з контролем (3,53–4,71%) до 3,73–5,52%, або

на 0,20–0,81 в.п. Використання стимуляторів росту в умовах Північного Степу України на кукурудзі, особливо Авангард Гроу Аміно і Авангард Гроу Гумат на ранньостиглих та середньоранніх гібридах кукурудзи дозволяє збільшити валові збори зерна високої якості на 7,6–18,4%.

Ключові слова: кукурудза, стимулятори росту, одиниці SPAD, врожайність, сирий протеїн, сирий жир, економічна ефективність.

Tsyliuryk O.I., Solohub I.M. Growth regulators in corn crops of the Northern Steppe of Ukraine

The continuous increase of prices for corn mineral fertilizers definitely limits the use of fertilizers, which leads to the search for non-traditional sources of nutrients, and in particular the use of biological natural and synthetic growth stimulants, which are not harmful to the environment and allow to use the entire genetic potential of corn wider. The aim of the work was to study the influence of various plant growth regulators on the intensity of photosynthesis, development, growth and productivity of corn for different maturity groups in the Steppe of Ukraine. Conducted field scientific research according to generally accepted research methods followed by the use of mathematical processing of experimental data using dispersion analysis. An increase in the content of chlorophyll was found when applying the preparations Avangard Grow Amino and Avangard Grow Humate compared to Vimpel 2 and Alpha Nano Grow by 11.3–23.7%. The increase in grain after the usage of growth stimulants was 0.13–0.37 t/ha (2.7–7.7%) in the early-ripening hybrid DN Pyvykha, medium-early DN Khortyts – 0.85–1.08 t/ha (16.6–18.5%), mid-ripe DN Djulia – 0.20–0.22 t/ha (3.20–3.4%), medium-late DN Olena – 0.05–0.53 t/ha (0.65–7.6%). Among the applied preparations, Avangard Grow Amino and Avangard Grow Humate should be singled out, which provided a tendency to increase the crude protein content to 6.42–8.4%, or by 0.12–0.48 p.p. (percentage points) more and crude fat content compared to the control (3.53–4.71%) to 3.73–5.52%, or by 0.20–0.81 p.p. The use of growth stimulants in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine for corn, especially Vanguard Grow Amino and Vanguard Grow Humate on early-ripening and medium-early hybrids of corn allows to increase the gross harvest of high-quality grain by 7.6–18.4%.

Key words: corn hybrids, growth stimulants, biometric indicators, SPAD units, grain yield, crude protein, crude fat, economic efficiency.

Постановка проблеми. Почастішання проявів екстремальних погодних умов (посухи, високі температури, суховії, заморозки тощо) в останні десятиріччя обумовлено змінами клімату в бік його потепління, техногенним навантаженням, скороченням використання мінеральних і органічних добрив, що обумовлює необхідність удосконалення технології вирощування кукурудзи із метою збільшення її урожайності, зростання валових зборів зерна і підвищення його якісних показників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними багатьох вчених кукурудза в усі фази росту і розвитку потребує сприятливих умов розвитку рослин (живлення, волога, тепло тощо), але в екстремальних умовах виникає часто потреба в підвищенні стресостійкості рослин кукурудзи особливо в степовій зоні України для отримання високих урожаїв зерна. Для цього необхідно створити сприятливі умови для росту рослин та захищати їх від впливу стресових факторів навколишнього середовища, зокрема використання стимуляторів росту, мікродобрив тощо [1–3].

Проведеними дослідженнями науковців, зокрема Абдо А. [4] встановлено, що всі досліджувані біометричні показники, елементи структури урожаю та урожай в цілому були максимальними при застосуванні 75% NPK + біодобрива в поєднанні з амінокислотами або суміші гумінових кислот з амінокислотами, що доводить важливість стимуляторів росту в посиленні стратегії зменшення хімічних NPK на 25%.

Дослідженнями вчених, зокрема Малгожата Щ. [5] доведено, що біостимулятор Келпак разом з мікродобривом Нано Актив підвищував урожайність зерна кукурудзи до 10% порівняно з контролем. Експерименти Волощук О. та Пашак М. [6–7] показують, що позакореневе підживлення мультикомплексним

мікродобривом «Оракул» у фазі ВВСН 13–15 (3–5 листків) підвищило прибавку врожаю на 0,82 т/га, за рахунок забезпечення потреби рослин в цей період елементами живлення. Експериментами Марченко Т.Ю. доведено, що використання регуляторів росту в фазі 5–7 листків кукурудзи сприяло росту і розвитку рослин, збільшенню врожайності зерна. Прибавка врожаю качанів від внесення препарату Мегафон склала 9 %, Делфан Плюс – 8 %, Фолік Аміновігор – 6 % [1]. Високоефективним також є обробіток насіння стимуляторами росту, зокрема за даними Бортніка Т.Р. [8] препарат стимулятор росту Alga 600 на ранніх стадіях розвитку рослин і в кінцевому результаті забезпечуються високі біометричні показники рослин та урожай зерна.

За допомогою стимуляторів росту можна вирішити важливу проблему посухи для рослин шляхом використання 5–амінолевулінової кислоти (5-ALA), зеараленону (ZEN), триаконтанолу (TRIA) і кремнію (Si) які покращують водний баланс кукурудзи та фотосинтетичну її активність в умовах ґрунтової посухи [9]. Аналогічні результати отримано Паламарчуком В.Д. [10] де від застосування Органік–баланс покращувався ріст, розвиток фотосинтетичний потенціалу та врожайність навіть насіння ліній кукурудзи, батьківських компонентів перспективних гібридів, що зазвичай менш стійкі до негативних факторів довкілля. Тут в умовах зрошення отримано максимальний урожай зерна батьківської лінії ФАО 420 – 7,08 т/га. Враховуючи досвід вітчизняних та закордонних вчених нами було продовжено дослідження в даному напрямку.

Метою роботи є вивчення впливу рістрегулюючих препаратів на активність фотосинтезу, ростові процеси, розвиток та продуктивність гібридів кукурудзи в Північному Степу України.

Постановка завдання. Виконання досліджень проходило на науково–дослідному полі науково–освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно–економічного університету в 2020–2022 роках на чорноземі звичайному мало гумусному середньо потужному пилювато–середньо суглинковому на лесі. Чорнозем відзначається високою потенційною та ефективною родючістю (вміст гумусу в шарі 0–30 см – 3,9 %, азоту загального – 0,22 %, фосфору – 0,13 %, калію – 2,2 %).

Вирощували кукурудзу за загальноприйнятою технологією характерною для зони Степу України. Попередником кукурудзу була пшениця озима в зерно–паро–просапній сівоzmіні (чистий пар – пшениця озима – кукурудза – ячмінь – соняшник). Після скошування попередника кукурудзи (пшениця озима) виконували загально фонове луцнення стерні важкими дисковими боронами PALLADA 2400 на глибину 10,0–12,0 см. Наступним обробітком була оранка, що виконувалася плугом ПЛН–3–35 на глибину 23–25 см. Весною виконували передпосівну культивуацію КСО – 4Н глибиною 6–8 см під яку вносили ґрунтовий гербіцид Аспект Про – 2,2 л/га, а у фазу 3–5 листків застосовували страховий гербіцид Елюміс – 1,5 л/га. Удобрення ґрунту проводилося навесні під культивуацію $N_{15}P_{15}K_{15}$. Внесення препаратів проводили малогабаритним штанговим оприскувачем ОМ–4 у фазу 5–7 та 10–12 листків кукурудзи. Перед посівом посівний матеріал кукурудзи протруювали сумішшю Максим XL 035 FS – 1,0 л/т + Вайбранс 500 FS – 1,5л/т + Форс Зеа 280 FS – 6,0 л/т.

Використовували гібриди різних груп стиглості: ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній, ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий, ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній, ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий. У фазу 3–5 листків та 10–12 листків використовували препарати на основі стимуляторів росту та

мікродобрив: Авангард Гроу Гумат – 1,0 л/га, Авангард Гроу Аміно – 1,5 л/га, Альфа Нано Гроу – 50 мл/га, Вимпел 2 – 0,5 л/га. Був також контроль без використання стимуляторів росту на кукурудзі.

Проводили наукові дослідження за загально прийнятими методиками досліджень, результати яких піддавалися математичній обробці за допомогою дисперсійного аналізу [11]. Із особливостей методики слід відмітити визначення вмісту хлорофілу у листках кукурудзи в одиницях SPAD на приладі SPAD–502 Plus.

Виклад основного матеріалу дослідження. Висота кукурудзи збільшувалася по висхідній від ранньостиглого ДН Пивиха аж до середньопізнього ДН Олена – 215,0–225,0 см, тобто мала залежність від групи стиглості рослин.

Висота кукурудзи несуттєво залежала від внесених стимуляторів росту, зростання становило лише 3–8 см, або 1,4–3,7% порівняно із контролем (без внесення препаратів). Максимальна висота кукурудзи відмічена за обробітку препаратом Авангард Гроу Гумат – 223–225 см.

Для візуального підтвердження збільшення біометричних показників кукурудзи (висота рослин, кількість листків, площа листків) наведемо зображення габітуса кукурудзи у фазу ВВСН 31–32 (11–12 листків). З розміру рослин кукурудзи неозброєним оком видно зростання вегетативної маси саме на варіантах використання стимуляторів росту (рис. 1).



Рис. 1. Габітус рослин кукурудзи під дією стимуляторів росту рослин в 2020 р.

Виявлена тенденція до збільшення кількості листків за внесення стимуляторів росту в порівнянні з контролем без використання стимуляторів на 3,5–5,6% незалежно від групи стиглості кукурудзи. Але в цілому, слід зазначити, що число листя рослин кукурудзи значно пов'язано з біологічними особливостями рослин, а саме з поступовим збільшенням кількості листків від ранньостиглого ДН Пивиха – 10,70–11,30 шт./рослину і аж до середньопізнього ДН Олена – 13,40–14,40 шт./рослину.

Такі ж закономірності притаманні і площі листків на одній рослині. Тобто мінімальна їх площа характерна для контрольного варіанту 329,80–538,80 см². А використання стимуляторів сприяло тенденції зростання площі листових пластинок на 5,30–28,30% без суттєвих відмінностей між використаними препаратами, тому що різниця між ними була в межах найменшої істотної різниці.

Всі стимулятори росту мали значну дію на показники хлорофілу в листових пластинках кукурудзи. Збільшення кількісних показників хлорофілу у одиницях SPAD порівняно із контролем відмічена у гібридів ДН Пивиха на 8,10–9,10 одиниць (17,90–19,60%), ДН Хортиця на 9,21–12,81 одиниць (18,21–23,71%), ДН Джулія на 2,31–6,62 одиниць (4,7–12,3%), ДН Олена на 1,5–6 одиниць (3,2–11,4%). Слід також згадати про тенденцію до збільшення умісту хлорофілу після внесення препаратів Авангард Гроу Аміно і Авангард Гроу Гумат порівняно з Вимпел 2 і Альфа Нано Гроу (Рис. 2).

Ефективність стимуляторів на кукурудзі щодо умісту хлорофілу з часом знижувалася після їх застосування, особливо це можна відмітити на середньостиглому ДН Джулія та середньопізньому ДН Олена які мають дещо довший вегетаційний період порівняно з ранньостиглими та середньоранніми гібридами, що дає підстави для повторного (додаткового) використання стимуляторів в більш пізні фази росту та розвитку кукурудзи для подальшої пролонгації дії препаратів, а кінцевим рахунком до збільшення умісту хлорофілу і урожайності зерна. Результати наших досліджень також підтверджуються іншими вченими [12; 13].

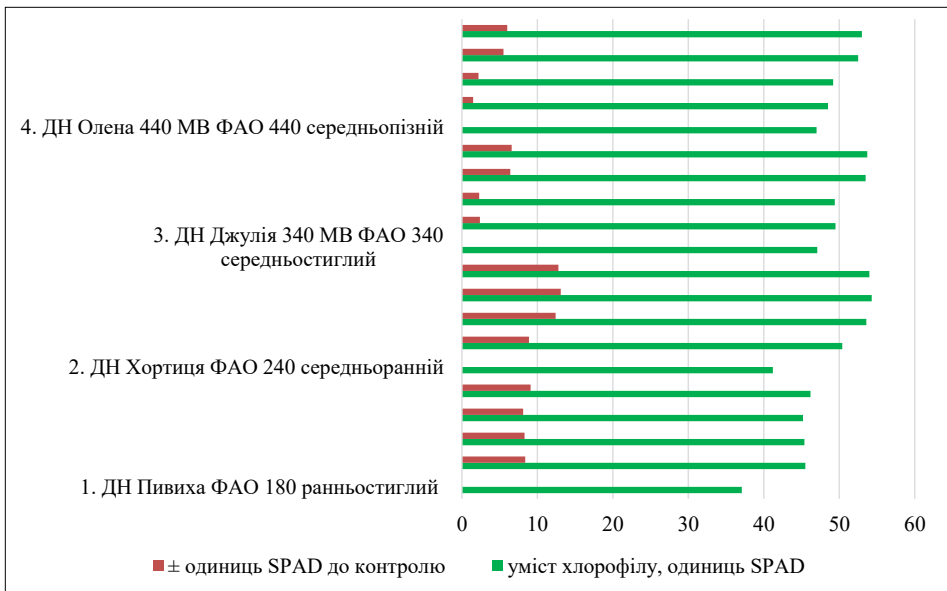


Рис. 2. Динаміка умісту хлорофілу під дією стимуляторів росту за 2020–2022 рр., (одиниці SPAD)

Досліджені елементи структури врожаю (довжина качанів, кількість рядів зерен, кількість зерен з качана, маса зерен з качанів, маса тисячі зернин) мали тенденцію до їх підвищення і залежно від стиглості кукурудзи зазначені показники зростали від ранньостиглого до середньопізнього. Елементи структури врожаю зазвичай мали залежність від стимуляторів росту, що також підтверджується багатьма науковцями [14; 15].

На контрольному варіанті всі гібриди мали мінімальні значення довжини качанів, застосування стимуляторів давало можливість дещо підвищити цей показник на 0,50–1,70 см (2,60–8,60%).

Прямо пропорційно до довжини качанів відбувалося і збільшення кількості зернин з качана залежно від стимуляторів росту у ранньостиглого гібриду ДН Пивиха на 31,2–56,4 шт. (6,6–11,3%), середньораннього ДН Хортиця – 47,8–71,9 шт. (11,4–16,1%), середньостиглого ДН Джулія – 102,7–102,9 шт. (18,9–18,8%) та у середньостиглого ДН Олена – 43,3–104,6 шт. (8,5–18,4%).

Такі ж закономірності виявлені за визначення маси зерна з одного качана і маси тисячі зернин. Маса зернин із качана зростала під впливом стимуляторів росту у кукурудзи в середньому на 5,610–30,10 г (7,820–31,420%), а маса тисячі зерен на 5,410–50,20 г (2,6–18,9%). Слід відмітити стимулятори росту рослин Авангард Авангард Гроу Гумат, та Гроу Аміно, що мали тенденцію максимального зростання зазначених елементів структури врожаю.

Вміст хлорофілу в листових пластинках кукурудзи помітно корелював із урожайністю зерна, ця закономірність також підтверджується різними вченими [16]. При підвищенні показників вмісту хлорофілу зазвичай зростала й урожайність зерна. Прибавка від застосування стимуляторів становила в ранньостиглого гібриду ДН Пивиха – 0,13–0,35 т/га (2,7–7,7%), середньораннього ДН Хортиця – 0,85–1,08 т/га (16,6–18,5%), середньостиглого ДН Джулія – 0,18–0,20 т/га (3,18–3,4%), середньопізнього ДН Олена – 0,05–0,53 т/га (0,65–7,6%).

Використання стимуляторів росту на кукурудзі давало можливість покращити якість зерна гібридів різних груп стиглості (табл. 1). Використання практично всіх стимуляторів росту рослин, що вивчалися, дозволяло покращувати якість зерна кукурудзи різних за стиглістю. Отримані експериментальні дані прямо корелювали із біометричними показниками, елементами структури врожаю та урожайністю зерна. Так використання стимуляторів росту підвищувало вміст сирого протеїну у ДН Пивиха на 0,03–0,65 в.п. (відсоткових пункти), ДН Хортиця 0,58–1,04 в.п., ДН Джулія – 0,1–0,74 в.п., ДН Олена – 0,15–0,68 в.п., максимальна надбавка сирого протеїну відмічена у середньораннього гібриду ДН Хортиця. Серед використаних препаратів слід виділити Авангард Гроу Аміно та Авангард Гроу Гумат які мали тенденцію до зростання вмісту сирого протеїну до 6,42–8,4%, або на 0,12–0,48 в.п. більше. Що стосується гібридів то максимальні показники вмісту сирого протеїну відмічені саме у ранньостиглого гібриду ДН Пивиха – 7,75–8,4%. Відмічена також тенденція до зниження вмісту сирого протеїну із подовженням вегетаційного періоду від ранньостиглого гібриду до середньопізнього, що ймовірно пов'язано із поступовим сповільненням дії препаратів у часі та потребує додаткових досліджень із застосуванням додаткового (третього) внесення препаратів на більш пізніх гібридах.

Вміст сирого жиру мав обернену кореляцію по відношенню до вмісту сирого протеїну, тобто відмічено збільшення його вмісту на середньопізньому гібриді порівняно із ранньостиглішими. У середньопізнього гібриду ДН Олена отримано максимальні показники вмісту жиру 4,71–5,38%, решта гібридів дещо поступалася на 0,32–1,18 п.п. Стимулятори росту підвищували вміст сирого жиру порівняно із контролем (3,53–4,71%) до 3,73–5,52%, або на 0,21–0,81 в.п., найбільш позитивну тенденцію тут мали препарати Авангард Гроу Гумат, Авангард Гроу Аміно та Вимпел 2.

Різностиглі гібриди кукурудзи на тлі різних препаратів, що містять стимулятори росту та мікродобрива відзначалася неоднаковою урожайністю зерна, що залежала від біологічних властивостей гібридів, використання стимуляторів росту і мікродобрив, що кінцевим рахунком обумовлювало величину виробничих витрат, які необхідні для проведення технологічних циклів робіт в технології вирощування різностиглих гібридів кукурудзи (табл. 2).

Таблиця 1

**Якість зерна під впливом різностиглих гібридів кукурудзи
під дією стимуляторів росту за 2020–2022 рр.**

Гібриди	Препарати	Урожайність зерна, т/га	Сирий протеїн, %	Сирий жир, %	Вологість зерна, %
ДН Пивиха ранньостиглий	Контроль (без стимуляторів)	4,37	7,75	4,02	14,08
	Вимпел 2	4,49	7,78	4,68	13,91
	Альфа Нано Гроу	4,64	7,92	4,76	13,82
	Авангард Гроу Аміно	4,73	8,21	4,82	14,03
	Авангард Гроу Гумат	4,73	8,40	4,81	13,83
ДН Хортиця середньоранній	Контроль (без стимуляторів)	4,72	6,08	3,55	14,02
	Вимпел 2	5,08	6,66	5,06	13,06
	Альфа Нано Гроу	5,56	7,12	4,33	14,14
	Авангард Гроу Аміно	5,74	6,86	4,48	14,01
	Авангард Гроу Гумат	5,79	7,10	4,45	13,93
ДН Джулія 340 середньостиглий	Контроль (без стимуляторів)	5,77	6,32	3,53	14,34
	Вимпел 2	5,96	6,55	3,73	14,04
	Альфа Нано Гроу	5,97	6,43	4,43	14,12
	Авангард Гроу Аміно	5,95	6,42	4,11	14,32
	Авангард Гроу Гумат	5,94	7,06	4,10	14,18
ДН Олена 440 середньопізній	Контроль (без стимуляторів)	6,18	6,05	4,71	14,50
	Вимпел 2	6,68	6,20	4,77	14,53
	Альфа Нано Гроу	6,41	6,62	5,38	13,80
	Авангард Гроу Аміно	6,22	6,73	5,52	14,44
	Авангард Гроу Гумат	6,29	6,60	5,17	14,45
НІР _{0,5} , т/га		0,19	0,18	0,13	–

Так, загальні витрати в технологічному циклі робіт вирощування кукурудзи на дослідному полі науково-освітнього центру практичної підготовки ДДАЕУ становили 19900 грн/га (витрати на матеріали, оплата праці, амортизаційні відрахування). Вартість використаних у досліді препаратів, станом на 2022 маркетинговий рік становила: Вимпел 2 – 400 грн/л, Альфа Нано Гроу – 550 грн/0,1 л, Авангард Гроу Аміно – 188 грн/л, Авангард Гроу Гумат – 133,0 грн/л.

Як видно з таблиці 3 максимальні загальні виробничі витрати були відмічені за використання препаратів Авангард Гроу Аміно – 282 грн/га (в загальному – 20182 грн/га) та Альфа Нано Гроу – 275,0 грн (в загальному 20175 грн/га) у зв'язку з дещо вищою вартістю зазначених препаратів.

За однакових виробничих витрат 19900–20182 грн/га різностиглі гібриди формували не однакову урожайність зерна (зростання урожайності від ранньостиглого до середньопізнього гібриду), а відповідно змінювалися і економічні показники. Максимальну урожайність, а відповідно і рентабельність виробництва зерна забезпечував середньопізній гібрид ДН Олена – 145,3–148,0%. Дещо поступалися середньоранній ДН Хортиця та середньостиглий ДН Джулія, а за мінімальних показників урожайності (4,37–4,73 т/га) мінімальну рентабельність виробництва зерна забезпечував ранньостиглий гібрид ДН Пивиха – 73,4–86,5%.

Таблиця 2

Економічні показники ефективності вирощування кукурудзи під впливом стимуляторів росту в середньому за 2020–2022 роки

Гібриди	Варіанти препаратів	Урожайність зерна, т/га	Ціна реалізації зерна грн/т.	Витрати на препарати, грн./га	Виробничі витрати всього, грн./га	Вартість валової продукції, грн./га	Умовно чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %	Надбавка відсоткових пункти
ДН Пивиха ранньостиглий	Контроль (без стимуляторів)	4,37	7900	–	19900	34523	14623	73,4	–
	Вимпел 2	4,49	7900	200,0	20100	35471	15371	76,4	3,0
	Альфа Нано Гроу	4,64	7900	275,0	20175	36656	16481	81,6	8,2
	Авангард Гроу Аміно	4,73	7900	282,0	20182	37367	17185	85,1	11,7
	Авангард Гроу Гумат	4,73	7900	133,0	20033	37367	17334	86,5	13,1
ДН Хортиця середньоранній	Контроль (без стимуляторів)	4,72	7900	–	19900	37288	17388	87,3	–
	Вимпел 2	5,08	7900	200,0	20100	40132	20032	99,6	12,3
	Альфа Нано Гроу	5,56	7900	275,0	20175	43924	23749	117,7	30,4
	Авангард Гроу Аміно	5,74	7900	282,0	20182	45346	25164	124,6	37,3
	Авангард Гроу Гумат	5,79	7900	133,0	20033	45741	25708	128,3	41,0
ДН Джулія 340 середньостиглий	Контроль (без стимуляторів)	5,77	7900	–	19900	45583	25683	129,0	–
	Вимпел 2	5,96	7900	200,0	20100	47084	26984	134,2	5,2
	Альфа Нано Гроу	5,97	7900	275,0	20175	47163	26988	133,7	4,7
	Авангард Гроу Аміно	5,95	7900	282,0	20182	47005	26823	133,8	4,8
	Авангард Гроу Гумат	5,94	7900	133,0	20033	46926	26893	134,2	5,2
ДН Олена 440 середньопізній	Контроль (без стимуляторів)	6,18	7900	–	19900	48822	28922	145,3	–
	Вимпел 2	6,68	7900	200,0	20100	52772	32672	162,5	17,0
	Альфа Нано Гроу	6,41	7900	275,0	20175	50639	30464	150,9	5,6
	Авангард Гроу Аміно	6,22	7900	282,0	20182	49138	29001	143,4	–1,9
	Авангард Гроу Гумат	6,29	7900	133,0	20033	49691	29658	148,0	2,7

Досить цікаві економічні показники отримано від дії стимуляторів на рослини кукурудзи. Максимальну прибавку відсоткових пунктів (в.п.) рентабельності від використання препаратів по відношенню до контролю отримано на ранньостиглому ДН Пивиха (3,0–13,1 в.п.) та середньоранньому ДН Хортиця (12,3–41,0 в.п.) гібридах. Найкращі економічні показники тут мав препарат Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га) з найкращою надбавкою в.п. по відношенню до контролю (+ 13,1–41,0 в.п.).

Середньостиглий ДН Джулія та середньопізній ДН Олена гібриди мали мінімальне зростання рентабельності від використаних препаратів, всього лише відповідно 4,7–5,2 та 2,7–17,0 в.п. через невеликі прибавки зерна від використання препаратів. На зазначених гібридах кукурудзи кращі результати забезпечував Вимпел 2 який забезпечував зростання рівня рентабельності на 5,2–17,0 в.п. Пояснити кращу ефективність препаратів на ранньостиглому і середньоранньому гібридах можна кращою дією препаратів на початку вегетації рослини і поступовим її затуханням з часом. Середньостиглий та середньопізній гібриди в міру своїх біологічних особливостей мають довший період вегетації, а відповідно потребують довшої пролонгації дії препаратів, тобто тут необхідно додатково застосовувати препарати в більш пізніші фази росту й розвитку для отримання найбільшої прибавки зерна та зростання рівня рентабельності виробництва зерна.

Обговорення. Стимулятори росту, мікродобрива, що вивчалися в досліді (Авангард Гроу Аміно, Авангард Гроу Гумат) є відносно новими препаратами та практично не вивченими в умовах України та Світу, тому даних, щодо їх ефективності мало, окрім заявлених характеристик оригіномом до того ж вони несуть суперечливий характер через особливості кліматичних умов та елементів технології вирощування кукурудзи. Ряд Українських та закордонних науковців зазначають, що стимулятори росту рослин в комплексі з мікродобривами є високоефективними препаратами, що підвищують стрес стійкість рослин кукурудзи та підвищують її урожайність, що підтверджується також нашими даними. Надбавка зерна кукурудзи від використання ріст стимулюючих препаратів у ранньостиглого гібриду ДН Пивиха становила 0,13–0,37 т/га (2,7–7,8%), середньораннього ДН Хортиця – 0,85–1,08 т/га (16,6–18,5%), середньостиглого ДН Джулія – 0,18–0,22 т/га (3,18–3,4%), середньопізнього ДН Олена – 0,05–0,51 т/га (0,65–7,6%). Іноземні науковці мають схожі результати щодо використання стимуляторів росту та мікродобрив. Так, зокрема, в умовах Передгірного Дагестану регулятор росту Мегамікс N10 забезпечував прибавку зерна 30–32,5%, а регулятор росту Амінокат 30% забезпечував надбавку зерна 23,7–24,7% по відношенню до контролю без обробітку препаратами [17; 18]. Експерименти проведені Ласло О.О., Олепир Р.В. [19], показують прибавку врожаю зерна кукурудзи від регулятор росту рослин Вимпел та Оракул на рівні 8% і більше. На контрольних варіантах без застосування стимуляторів урожайність кукурудзи становила – 3,79 т/га. Обробка насіння баковою сумішшю Вимпел–К + Оракул насіння нормою по 1,0 л/т збільшило урожайність відповідно на 0,250 т/га, обробка рослин у фазах 3–5 і 7–8 листків підвищувало урожайність зерна на 0,290 та 0,330 т/га. Препарати показали посилений ріст стимулюючий ефект на ранніх фазах росту і розвитку рослин. Дослідами Хашема Ібрагімі [20] доведено, що використання стимуляторів росту рослин стало шляхом покращення використання добрив рослинами, адже вони підвищують ефективність поживних речовин доступність та сприйняття їх рослинами кукурудзи. Як підтвердження цих результатів рекомендуються додаткові дослідження. Експерименти на стимуляторах росту з кукурудзою в Китаї [16] показали що стимулятор росту EDAN+DA–6 пригнічує подовження стебла, сприяють потовщенню стебла і збільшує механічну міцність і кількість судинних пучків. Вилягання кукурудзи при обробці EDAN+DA–6 знизилася на 6,95% порівняно з контрольними рослинами, і урожайність зерна зросла на 15,51%. Крім того, обробка EDAN+DA–6 значно покращила якість кукурудзи. Аналогічні результати, щодо потовщення стебла кукурудзи та підвищення його міцності підтверджено іншими Китайськими вченими [21–23].

За результатами наших досліджень підвищити стрес стійкість рослин до умов навколишнього середовища та нівелювати проблеми можна завдяки оптимізації технологічних елементів вирощування кукурудзи, впровадження нових сучасних біологічних стимуляторів росту кукурудзи, що мало вивчені, або взагалі не вивчалися (Авангард Гроу Гумат, Авангард Гроу Аміно, Вимпел 2), які сприяють прискореному росту, зростанню стійкості до екстремальних температур, покращення розвитку листків, збільшенню вмісту хлорофілу, підвищенню вмісту сирого протеїну й жирів в зерні кукурудзи, а кінцевим рахунком зростання урожайності і якості зерна.

Висновки і пропозиції:

1. Використання стимуляторів росту не суттєво підвищувало висоту рослин кукурудзи, лише на 3,0–8,0 см (1,5–3 %) порівняно із контролем. Максимальна висота рослин характерна для ділянок оброблених Авангард Гроу Гумат – 223,0–225,0 см.

2. Встановлена тенденція росту кількості листків при внесенні стимуляторів росту на 3,50–5,60 % незалежно від групи стиглості кукурудзи. Виявлена також тенденції збільшення площі листових пластинок на 5,30–28,30 % без значних відмінностей між препаратами.

3. Максимальне збільшення вмісту хлорофілу забезпечували препарати Авангард Гроу Аміно і Авангард Гроу Гумат порівняно із Вимпел 2 та Альфа Нано Гроу. Зокрема у гібридів ДН Пивиха на 8,2–9,2 одиниць SPAD (17,8–19,7%), ДН Хортиця на 9,3–12,9 одиниць SPAD (18,3–23,8 %), ДН Джулія на 2,4–6,7 одиниць SPAD (4,7–12,3 %), ДН Олена на 1,5–6 одиниць SPAD (3,1–11,3 %).

4. Надбавка зерна кукурудзи від використання ріст стимулюючих препаратів у ранньостиглого гібриду ДН Пивиха становила 0,13–0,37 т/га (2,7–7,8 %), середньораннього ДН Хортиця – 0,85–1,08 т/га (16,6–18,5 %), середньостиглого ДН Джулія – 0,18–0,22 т/га (3,18–3,4 %), середньопізнього ДН Олена – 0,05–0,51 т/га (0,65–7,6 %).

5. Уміст сирого протеїну під впливом стимуляторів мав тенденцію до зростання, зокрема у ДН Пивиха на 0,03–0,65 в.п. (відсоткових пункти), ДН Хортиця 0,58–1,04 в.п., ДН Джулія – 0,1–0,74 в.п., ДН Олена – 0,15–0,68 в.п., Препарати Авангард Гроу Аміно і Авангард Гроу Гумат забезпечували найбільше зростання вмісту сирого протеїну до 6,42–8,4 %, або на 0,13–0,48 в.п. більше.

6. Використання середньопізнього гібриду кукурудзи ДН Олена забезпечує максимальні показники вмісту сирого жиру 4,71–5,38 %, решта гібридів дещо поступається на 0,32–1,18 в.п. Стимулятори росту (Авангард Гроу Гумат, Авангард Гроу Аміно, Вимпел 2) сприяють підвищенню вмісту сирого жиру порівняно із контролем (3,53–4,71 %) до 3,73–5,52 %, або на 0,3–0,81 в.п.

7. Максимальну рентабельність зерновиробництва кукурудзи забезпечує середньопізній гібрид ДН Олена – 145,3–148,0 %. Дещо нижчі показники у середньораннього ДН Хортиця та середньостиглого ДН Джулія. Стимулятори росту, а особливо Авангард Гроу Гумат мають максимальну прибавку відсоткових пунктів (в.п.) рентабельності на ранньостиглому гібриді ДН Пивиха (3,0–13,1 в.п.) і середньоранньому ДН Хортиця (12,3–41,0 в.п.).

Зміна кліматичних умов, постійне оновлення складу різностиглих гібридів та препаратів на основі стимуляторів росту обумовлює продовження досліджень у даному напрямку для виявлення найбільш оптимальних варіантів препаратів з метою росту рівня урожаю і його якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Marchenko Tetiana. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different fao groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century*. 2019. P. 135–152. DOI: 10.36059/978-966-397-154-4/135-152
2. Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Михаленко І.В., Хоменко Т.М. Biometric indices of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizer treatment under irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*. № 15 (1). P. 71–79. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>
3. Белов Я.В. Напрямами оптимізації технологій вирощування насіння кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 22 (4). P. 74–81. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4 (100)–11.
4. Abdo A.I., El-Sobky E-Sea, Zhang J. Optimizing maize yields using growth stimulants under the strategy of replacing chemicals with biological fertilizers. *Front. Plant Sci*. 2022. № 13. P. 1069624. DOI: 10.3389/fpls.2022.1069624
5. Malgorzata Szczepanek. Technology of maize with growth stimulants application. *Engineering for rural developmen*. 2018. May. P. 482–490. DOI: 10.22616/ERDev 2018.17.N074; Published online 2022 Nov 25. DOI: 10.3389/fpls.2022.1069624
6. Волощук О.П., Волощук І.С., Глива В.В., Пашак М.О. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. № 65. P. 22–36. DOI: 10.32636/01308521.2019-(65)-3.
7. Pashchak M., Voloshchuk O., Voloshchuk I., Hlyva V. Efficiency of microfertilizer oracle multicomplex in corn cultivation technology. *Scientific Horizons*. 2021. № 24 (12). P. 25–31. DOI: 10.48077/scihor.24 (12).2021.25-31
8. Бортнік Т.П., Гаврилюк В.А., Бортнік А.М., Ковальчук Н.С. Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин на біометричні параметри рослин та формування врожайності зерна кукурудзи в умовах Волинської області. *Вісник НУВГП*. 2019. Випуск 1 (85). P. 132–138. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs1201913>
9. Ostrowska A., Grzesiak M.T., Hura, T. Exogenous application of growth stimulators improves the condition of maize exposed to soil drought. *Acta Physiol Plant*. 2021. № 43. P. 62. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-021-03232-2>
10. Palamarchuk V.D. Influence of foliar supplementary fertilization on the cob number in maize hybrids. *Herald of Agrarian Science*. 2018. № 8. P. 24–32. DOI: 10.31073/agrovnisnyk201808–14.
11. Доспехов Б.А. Методика польового дослідження (з основами статистичної обробки результатів досліджень). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Zabolotna A. V., Zabolotnyi O. I., Rozborska L. V., Zhilyak I. D., Datsenko A. A. Pigment content and net photosynthetic productivity of maize when using plant growth regulators. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*. 2022. № 46 (4). P. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.2>
13. Szulc P., Bocianowski J., Nowosad K., Zielewicz W., Kobus-Cisowska J. SPAD leaf greenness index: green mass yield indicator of maize (*Zea mays* L.), genetic and agriculture practice relationship. *Plants*. 2021. № 10. P. 830. DOI: 10.3390/plants10050830
14. Szulc P., Baldys W., Kobus-cisowska J., Krauklis D., Kucharska A. Assessment of the impact of selected agriculture factors on maize nutritional status in critical growth stages using the plant analysis method. Part II. Flowering stage (BBCH 61). *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2021. Vol. 66 (1). URL: [file:///C:/Users/User/Downloads/3_szulc_baldys_kucharska_1_2021%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/3_szulc_baldys_kucharska_1_2021%20(1).pdf)
15. Sukhomud O.H., Adamenko D.M., Kravets I.S., Sukhanov S.V. Influence of microfertilizers of TM “Aktiv–Urozhai” on the growth, development and performance of corn plants. *Вісник Уманського національного Інституту садівництва*. 2019. № 94. С. 156–164. DOI:10.31395/2415-8240-2019-94-1-156-164.

16. Gong Li-sha, QU Shu-jie, Huang Guan-min, Guo Yu-ling, Zhang Ming-cai, Li Zhao-hu, Zhou Yu-yi, Duan Liu-sheng. Improving maize grain yield by formulating plant growth regulator strategies in North China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2021. № 20 (2). P. 622–632.

17. Klyushin P.V., Musaev M.R., Khashdakhilova Sh.M. Increasing the productivity of corn for grain in the Predgornaya subprovince of the Republic of Dagestan against the background of treatment with growth regulators. *International Journal of Applied Sciences and Technologies Integral*. 2020. № 2 (2). P. 74–78. DOI: 10.24411/2658-3569-2020-10074

18. Musaev M.R., Kuramagomedov A.U., Musaeva Z.M., Khashdakhilova Sh.M. The influence of growth regulators on the productivity of corn for grain in the Predgornaya subprovince of the Republic of Dagestan. *Izvestiya Dagestanskogo GAU*. 2020. № 1 (5). P. 90–93.

19. Laszlo O.O., Olepir R.V. The influence of Vimpel-2 and Oracle multicomplex growth regulator compositions on the yield of mid-ripening corn hybrids. *Taurian Scientific Bulletin*. 2022. № 124. P. 79–84.

20. Hashem Ebrahimi, Mohammad Nabi Ilkaee, Mohammad Mehdi Tehrani, Farzad Paknejad, Majid Basirt. Influence of plant growth stimulants on nutrients concentration and yield responses of corn (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. September 2020. № 90 (9). P. 1819–24. URL: <https://doi.org/10.56093/ijas.v90i9.106635>

21. Rajandeeep R.S., Joyner C.N., Ackerman A.J., McMahan C.S., Robertson D.J. Stalk bending strength is strongly associated with maize stalk lodging incidence across multiple environments. *Field Crops Research*. 2020. № 249. P. 107737.

22. Xue J., Dong P.F., Hu S.P. Effect of lodging on maize grain loss and loss reduction technology in mechanical grain harvest. *Journal of Maize Sciences*. 2020a. № 44. P. 1774–1781.

23. Xue J., Gao S., Fan Y. Traits of plant morphology, stalk mechanical strength, and biomass accumulation in the selection of lodging-resistant maize cultivars. *European Journal of Agronomy*. 2020b. № 117. P. 126073.

УДК 632.4:633.88

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.30>

ШКІДЛИВІСТЬ ПЛЯМИСТОСТЕЙ *ECHINACEA PURPUREA* (L.) МОЕНШ. В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Швидченко К.Р. – аспірантка кафедри фітопатології

імені академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Гентош Д.Т. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті описано шкідливість плямистостей ехінацеї пурпурової. Серед виявлених нами плямистостей в умовах Правобережного Лісостепу України були альтернативні та церкоспороз. Відомо, що дані хвороби є одними з найбільш шкідливих плямистостей ехінацеї пурпурової, вони завдають значної шкоди рослинам, викликаючи прямий та опосередкований недобір врожаю сировини. Плямистості впливають на продуктивність як надземних, так і підземних частин рослин ехінацеї пурпурової. Не залишається без уваги

і той факт, що вони знижують вміст у рослинах біологічно-активних речовин, а це унеможливорює подальшу реалізацію сировини ехінацеї пурпурової для фармакологічної промисловості.

Структурний аналіз демонструє суттєвий вплив патогенів на ріст і розвиток рослин ехінацеї пурпурової. При збільшенні ступеню ураження біометричні показники рослин мали тенденцію до зниження.

Було встановлено тісний зворотній кореляційний зв'язок між ступенем ураження та висотою стебла рослин. Ця залежність виражена у рівнянні регресії $Y = -3,9591X + 79,348$.

Аналогічна закономірність спостерігалась і в зниженні довжини кореня рослин ехінацеї пурпурової залежно від ступеня розвитку плямистостей. Зниження довжини кореня залежно від ураження виражено у рівнянні регресії $Y = -0,7582X + 15,243$.

Зниження маси стебла коливалось від 3,3% до 31,3% порівняно із неураженими рослинами. Рівняння регресії $Y = -2,3398X + 34,172$ показує залежність між цими показниками.

Також було встановлено тісний зворотній кореляційний зв'язок між ступенем ураження рослин ехінацеї пурпурової плямистостями та масою кореня. Зниження маси кореня ехінацеї пурпурової залежно від балу ураження плямистостями виражено у рівнянні регресії $Y = -2,1762X + 25,28$.

Ураження рослин плямистостями значно впливало на елементи структури врожаю. Зниження кількості суцвіть виражено у рівнянні регресії $Y = -1,2934X + 20,727$. Рівняння регресії $Y = -2,2282X + 74,501$ показує залежність між масою суцвіть з рослини та ступенем розвитку плямистостей.

Між масою насіння та ступенем розвитку плямистостей встановлено тісний зворотній кореляційний зв'язок, а залежність виражена у рівнянні регресії $Y = -0,5603X + 8,1598$.

Збільшення ступеня розвитку захворювання впливало також і на масу 1000 насінин. Залежність виражена у рівнянні регресії $Y = -0,3652X + 3,3147$.

Прогностичні моделі дають можливість визначити втрати врожаю від плямистостей під час вегетації рослин ехінацеї пурпурової.

Ключові слова: ехінацея пурпурова, плямистості, ураження, шкідливість, біометричні показники рослин, елементи структури врожаю, кореляційний зв'язок, рівняння регресії.

Shydychenko K.R., Gentosh D.T. Harmfulness of spots of *Echinacea purpurea* (L.) Moench. in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine

The article describes the harmfulness of spots of *Echinacea purpurea*. *Alternaria* and *Cercospora* were among the spots we discovered in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. It is known that these diseases are one of the most harmful spots of *Echinacea purpurea*, they cause significant damage to plants, causing direct and indirect shortage of raw materials. Spots affect the productivity of both above-ground and underground parts of *Echinacea purpurea* plants. The fact that they reduce the content of biologically active substances in plants does not remain without attention, and this makes it impossible to further sell *Echinacea purpurea* raw materials for the pharmaceutical industry.

Structural analysis demonstrates the significant influence of pathogens on the growth and development of *Echinacea purpurea* plants. With an increase in the degree of damage, the biometric indicators of plants had a tendency to decrease.

A close inverse correlation was established between the degree of damage and the height of plant stems. This dependence is expressed in the regression equation $Y = -3,9591X + 79,348$.

A similar regularity was observed in the reduction of the root length of *Echinacea purpurea* plants depending on the degree of development of spots. The decrease in root length depending on the lesion is expressed in the regression equation $Y = -0,7582X + 15,243$.

The decrease in stem weight ranged from 3,3% to 31,3% compared to unaffected plants. The regression equation $Y = -2,3398X + 34,172$ shows the relationship between these indicators.

A close inverse correlation was also established between the degree of *Echinacea purpurea* spot damage and root mass. The decrease in the mass of the root of *Echinacea purpurea* depending on the score of damage by spots is expressed in the regression equation $Y = -2,1762X + 25,28$.

Damage to plants by spots had a significant effect on the elements of the crop structure. The decrease in the number of inflorescences is expressed in the regression equation $Y = -1,2934X + 20,727$. The regression equation $Y = -2,2282X + 74,501$ shows the relationship between the mass of inflorescences per plant and the degree of development of spots.

A close inverse correlation was also established between seed mass and the degree of spot development, and the relationship was expressed in the regression equation $Y = -0,5603X + 8,1598$.

An increase in the degree of disease development also affected the weight of 1000 seeds. The dependence is expressed in the regression equation $Y = -0,3652X + 3,3147$.

Prognostic models make it possible to determine yield losses from spotting during the growing season of Echinacea purple plants.

Key words: *Echinacea purpurea, spots, damage, harmfulness, biometric indicators of plants, elements of the crop structure, correlation relationship, regression equation.*

Постановка проблеми. Рослини, уражені хворобою, значно знижують рівень асиміляційної активності, у них спостерігається порушення транспірації і роботи судинної системи, відмирання органів та їх загибель. Хворі рослини не можуть нормально продукувати і накопичувати органічні речовини первинного і вторинного метаболізму, що відображається на кількості і якості отримуваної продукції – лікарської рослинної сировини [8, с. 71].

Шкідливість багатьох захворювань лікарських рослин, у тому числі і плямистостей, є доволі значною – це і втрати врожаю сировини, насіння, зниження вмісту біологічно-активних речовин, а іноді і повна загибель рослин. Крім того, існує прихована шкідливість захворювань, характерна переважно для багаторічних культур, яка спричиняє зниження імунітету та ослаблення рослин і, зрештою, їх загибель за стресових умов довкілля, зокрема за тривалого впливу високих чи низьких температур, посухи тощо [8, с. 71].

Вивчення шкідливості грибних захворювань лікарських культур має велике значення, оскільки саме цим визначається необхідність розробки та вжиття заходів захисту рослин, особливо тих видів, які вирощуються на значних площах у різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Зокрема, рослини, які є донорами кількох видів лікарської рослинної сировини (трави, кореневищ з коренями), становлять незначну частку в переліку лікарських культур. Проте такі культури є лідерами за обсягами площ вирощування [8, с. 71]. Це стосується і такої перспективної у культивуванні лікарської рослини, як ехінацея пурпурова, рентабельність вирощування якої на сьогоднішній день становить 210 %.

Тривале вирощування ехінацеї пурпурової на одних і тих самих площах, необґрунтоване розширення зайнятих культурою площ та недотримання технології вирощування часто спричиняє появу спалахів захворювань [8, с. 72].

До широко розповсюджених плямистостей ехінацеї пурпурової, які зустрічаються в умовах Правобережного Лісостепу України, належать альтернаріоз та церкоспороз.

Вивчення прояву хвороб в агроценозах показує, що альтернаріоз завдає великої шкоди тим культурам, у котрих сировиною є надземні органи. У ехінацеї пурпурової надземною масою у фазі цвітіння є трава, саме тому спостерігається значний недобір врожаю. Прямий недобір врожаю сировини відбувається за рахунок зниження продуктивності рослин, внаслідок ураження альтернаріозом, проте для ехінацеї пурпурової більш характерним є опосередкований недобір, він значно вищий за прямий, з огляду на те, що в лікарській рослинній сировині допускається не більше 5–10 % частин з невластивим забарвленням. Ураження альтернаріозом супроводжується втратою вмісту діючих речовин у сировині, їх у хворих рослин на 10–70 % менше, в порівнянні зі здоровими рослинами. Втрати сировини трави ехінацеї пурпурової з огляду на незначне поширення хвороби становлять біля 10 % [7, с. 138].

У доступних інформаційних джерелах не наводиться відомостей щодо впливу уражень церкоспорозом на ріст і розвиток рослин ехінацеї пурпурової. Відсутні також і відомості щодо втрат урожаю сировини, спричинених цим захворюванням.

Церкоспороз для багатьох сільськогосподарських культур є небезпечною хворобою, яка порушує найважливіші фізіологічні процеси в рослині та впливає на накопичення вторинних метаболітів [8, с. 72].

Оптимізація фітосанітарного стану лікарських рослин щодо хвороб можлива лише за вчасного і якісного комплексу захисних заходів [9, с. 21].

Екологічна безпека сільськогосподарського та лікарського виробництва вимагає здійснювати фітопатологічний моніторинг, визначати видовий склад патогенів, їх поширеність та встановлювати шкідливість захворювань для лікарських культур з подальшою розробкою систем захисту [2, с. 409].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сірік О.М. відмічає, що на лікарських культурах шкідливість хвороб набагато вища, ніж на сільськогосподарських [5, с. 151].

На шкідливості плямистостей ехінацеї пурпурової акцентує увагу Глущенко Л.А. Вона наголошує, що рослини ехінацеї пурпурової, уражені плямистостями, вкриваються численними плямами, засихають, передчасно масово опадають, що призводить до втрат від 25–60% врожаю надземної маси і до 25–35% підземних органів. Втрата врожаю підземних органів спричиняється за рахунок відтоку пластичних речовин із уражених органів у період формування врожаю [2, с. 411].

Глущенко Л.А. та Сірік О.М. відзначають, що церкоспороз може спричинити зниження врожайності та якості сировини на 15–30%, а за епіфітотій ці цифри значно зростають. Також науковцями була виявлена чітка залежність розвитку рослин (висоти рослини, маси надземної частини, кількості суцвіть) від ступеня ураження хворобою. Вони підкреслюють, що негативний вплив ураження церкоспорозом на ріст і розвиток рослин ехінацеї пурпурової проявляється не лише зниженням продуктивності надземної маси, а також і маси коренів з кореневищами, помітне зниження продуктивності відбувається уже за розвитку хвороби на рівні 6–25%. Окрім цього доведено, що церкоспороз істотно впливає не лише на продуктивність, а й на якість сировини, зокрема на вміст у ній біологічно-активних речовин. Відмічено зниження вмісту суми гідроксикоричних кислот у сировині підземних органів (корені і кореневища) ехінацеї пурпурової – хворі рослини містять її на 26–34% менше порівняно зі здоровими. Вчені наголошують, що за ураження рослин ехінацеї пурпурової церкоспорозом на рівні 50% і більше сировина підземних органів стає не придатною для використання у фармацевтичній промисловості, оскільки вміст гідроксикоричних кислот у сировині не відповідає вимогам Державної Фармакопеї України, згідно з якими він має становити не менше 2,5% [8, с. 73–75].

Сірік О.М. вважає альтернаріоз ехінацеї пурпурової небезпечною хворобою, оскільки він призводить до опосередкованого недобору врожаю. Із загальної маси сировини у разі ураження доводиться вилучати хворі рослини чи їх органи [7, с. 138]. Шкідливість альтернаріозу ехінацеї пурпурової також відображається на якості лікарської сировини – під дією даного збудника вміст флавоноїдів зменшується на 10% [6, с. 51].

Постановка завдання. Метою наших досліджень була оцінка шкідливості плямистостей ехінацеї пурпурової, впливу ступеня ураження плямистостями на врожайність сировини ехінацеї пурпурової.

Обліки на ураження рослин плямистостями проводили у фазу сходів, бутонізації, цвітіння. Кількість уражених рослин і ступінь ураження визначали за площею ураженої поверхні органів та інтенсивністю прояву інших ознак захворювання у відсотках [3].

Інтенсивність ураження плямистостями оцінювали за 6-и бальною шкалою:

0 – ознаки ураження відсутні;

0,1 – ураження дуже слабке, на окремих листках поодинокі невеликі плями, що займають не більше 1 % поверхні листка;

1 – ураження слабке, на нижніх листках хлороз, дрібні плями, що займають до 10 % поверхні листка;

2 – плямами вкрито близько 25 % поверхні листків нижнього та до 15 % середнього ярусу;

3 – багаточисельні плями вкривають близько 50 % поверхні листків нижнього та до 30 % середнього і верхнього ярусів;

4 – уражена вся рослина, листки вкриті багаточисельними плямами, що зливаються на 75–100 % поверхні листків. Листя жовтіє і осипається.

Шкідливість плямистостей визначали шляхом порівняння біометричних показників росту та продуктивності хворих і здорових рослин ехінацеї пурпурової. У фазу розвиненої розетки здійснювали етикетування рослин відповідно до ступеня ураження. Рослини кожної групи збирали окремо і за групами проводили облік врожаю, визначали його структуру [10].

Розробляли прогностичні моделі для визначення втрат врожаю від плямистостей під час вегетації рослин ехінацеї пурпурової. Побудовано кореляційно-регресійні залежності біометричних показників та елементів структури врожаю від рівня розвитку захворювання за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2010 [1].

Математичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу [4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Провівши структурний аналіз, було відмічено суттєвий вплив патогенів на ріст і розвиток рослин ехінацеї пурпурової. При збільшенні ступеню ураження біометричні показники рослин мали тенденцію до зниження (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив ураження ехінацеї пурпурової плямистостями на біометричні показники рослин (сорт Чарівниця)

Біометричні показники	Бал ураження						НІР ₀₅
	0	0,1	1	2	3	4	
Висота стебла, см	78,2	78,0	76,4	73,3	69,0	61,2	2,7
Довжина кореня, см	15,1	15,0	14,7	14,0	13,0	12,0	0,7
Маса стебла, г	33,5	33,2	32,4	30,7	28,6	23,0	2,3
Маса кореня, г	24,5	24,2	24,0	22,7	19,0	15,3	0,9

Нами встановлений тісний зворотній кореляційний зв'язок між ступенем ураження та висотою стебла. Ця залежність виражена у рівнянні регресії $Y = -3,9591X + 79,348$ (рис. 1).

Аналогічна закономірність спостерігалась і в зниженні довжини кореня залежно від ступеня розвитку плямистостей ($r = 0,97$). Так, при розвитку хвороби на 10 % довжина кореня зменшувалася на 2,6 %, а при 75–100 % – на 20,5 % порівняно з неуряженими рослинами. Зниження довжини кореня залежно від ураження виражено у рівнянні регресії $Y = -0,7582X + 15,243$ (рис. 2).

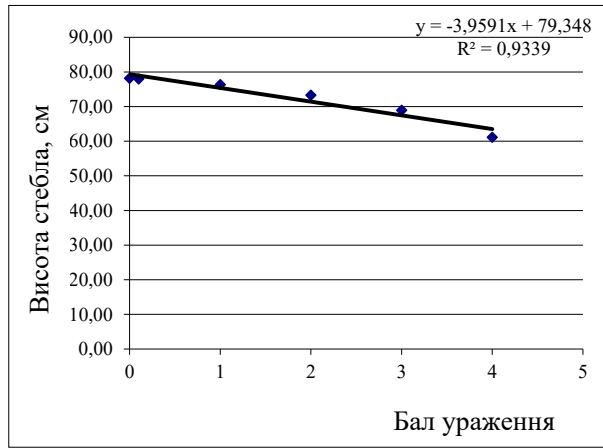


Рис. 1. Вплив плямистостей на висоту стебла рослин ехінацеї пурпурової: 0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження; 2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

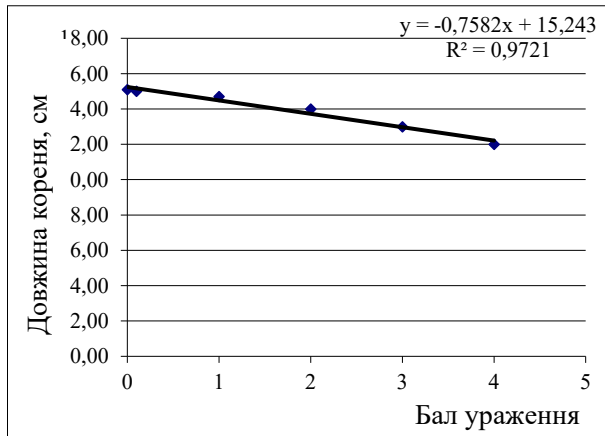


Рис. 2. Вплив плямистостей на довжину кореня рослин ехінацеї пурпурової: 0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження; 2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

Ступінь розвитку хвороби суттєво впливає і на масу стебла. При її розвитку на 10% маса стебла зменшувалася на 3,3%, а при 75–100% – на 31,3% порівняно із неураженими рослинами. Коефіцієнт кореляції у даному випадку рівний $r = 0,89$. Рівняння регресії $Y = -2,3398X + 34,172$ показує залежність між цими показниками (рис. 3).

Чутливою до ураження виявилася маса кореня. Нами встановлено тісний зворотній кореляційний зв'язок між ступенем ураження рослин ехінацеї пурпурової плямистостями та масою кореня. Зниження маси кореня ехінацеї пурпурової залежно від балу ураження плямистостями виражено у рівнянні регресії $Y = -2,1762X + 25,28$ (рис. 4).

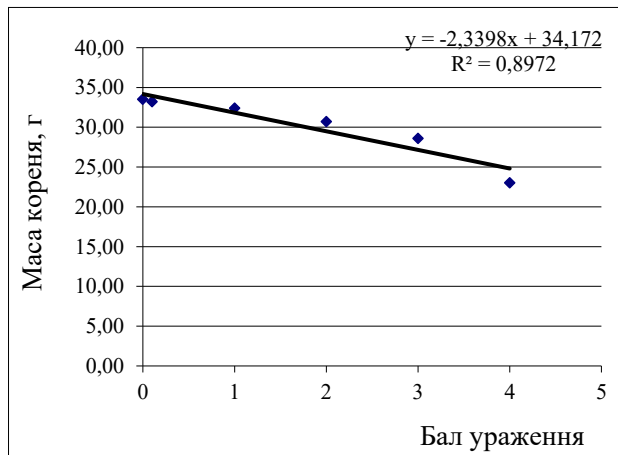


Рис. 3. Вплив плямистостей на масу стебла рослин ехінацеї пурпурової: 0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження; 2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

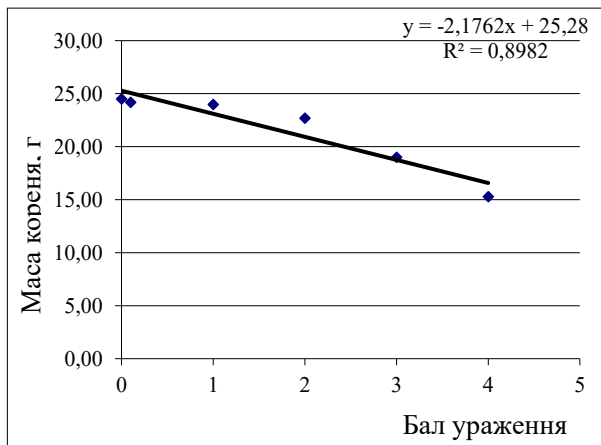


Рис. 4. Вплив плямистостей на масу кореня рослин ехінацеї пурпурової: 0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження; 2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

Ураження рослин плямистостями значно впливало на елементи структури врожаю, серед яких – кількість суцвіть з рослини, маса суцвіть з рослини, маса насіння з рослини та маса 1000 насінин (табл. 2). При сильному ураженні (бал 4) маса насіння з рослини була 5,8 г, а маса 1000 насінин – 1,8 г. У неуразених рослин ці показники відповідно становили 8,0 г та 3,3 г.

Розвиток хвороби на 10 % сприяв зниженню кількості суцвіть і маси суцвіть з рослини відповідно на 1,5 % і 1,2 %, а при 75–100 % – на 26,1 % і 12,3 % порівняно із здоровими рослинами. Залежність між цими показниками знаходиться у тісних зворотних кореляційних зв'язках і виражена у рівняннях регресії $Y = -1,2934X + 20,727$ та $Y = -2,2282X + 74,501$ (рис. 5, рис. 6).

Таблиця 2

**Вплив ураження ехінацеї пурпурової плямистостями
на елементи структури врожаю (сорт Чарівниця)**

Елементи структури врожаю	Бал ураження						НІР ₀₅
	0	0,1	1	2	3	4	
Кількість суцвіть з рослини, шт.	20,3	20,3	20,0	18,6	17,1	15,0	0,91
Маса суцвіть з рослини, г	73,9	73,9	73,0	70,7	68,2	64,8	2,5
Маса насіння з рослини, г	8,0	8,0	7,7	7,5	6,3	5,8	0,4
Маса 1000 насінин, г	3,3	3,2	3,0	2,7	2,2	1,8	0,18

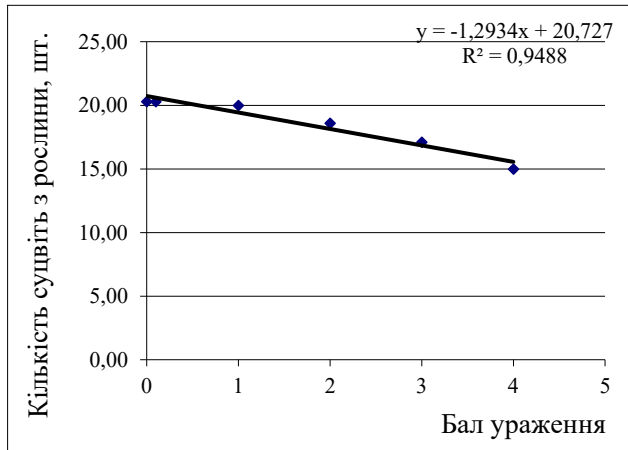


Рис. 5. Залежність між балом ураження та кількістю суцвіть з рослини:
0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження;
2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

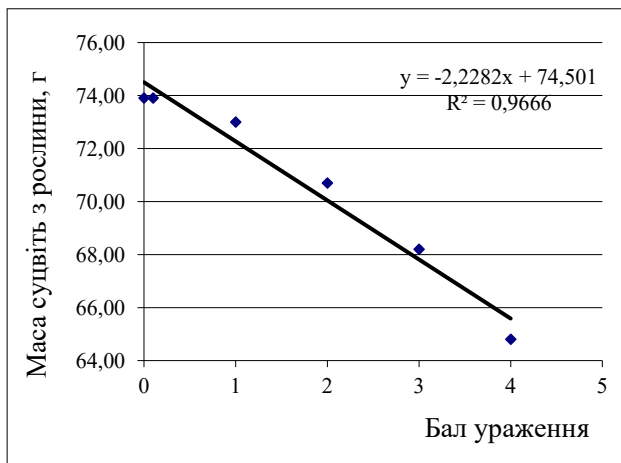


Рис. 6. Залежність між балом ураження та масою суцвіть з рослини:
0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження;
2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

Найбільш чутливим елементом структури врожаю, що реагує на збудника хвороби, є маса насіння з однієї рослини. Між ними встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок, а залежність виражена у рівнянні регресії $Y = -0,5603X + 8,1598$ (рис. 7).

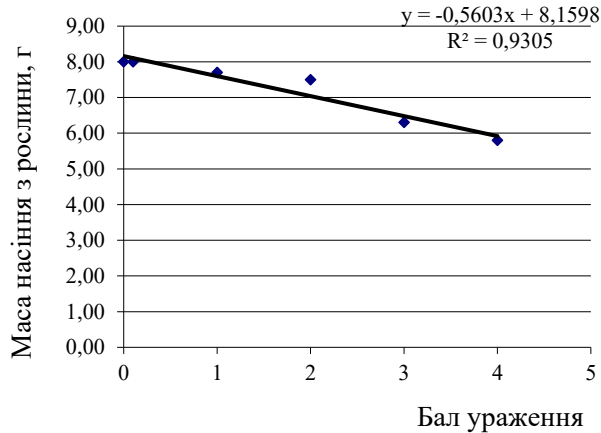


Рис. 7. Залежність між балом ураження та масою насіння з однієї рослини:
 0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження;
 2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

Збільшення ступеня розвитку захворювання впливало також і на масу 1000 насінин. При сильному ураженні маса 1000 насінин – 1,8 г. Залежність виражена у рівнянні регресії $Y = -0,3652X + 3,3147$ (рис. 8).

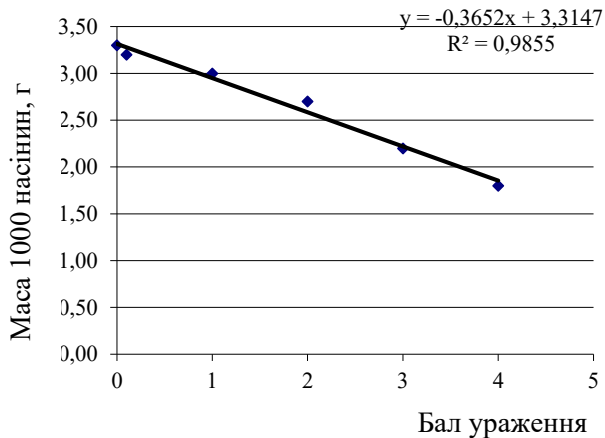


Рис. 8. Залежність між балом ураження та масою 1000 насінин:
 0 – здорові рослини; 0,1 – перший бал ураження; 1 – другий бал ураження;
 2 – третій; 3 – четвертий; 4 – п'ятий бал ураження (сорт Чарівниця)

Висновки і пропозиції. За результатами досліджень можна зробити висновок про шкідливість плямистостей ехінацеї пурпурової. Вони негативно впливають як на ріст і розвиток рослин, спричинюючи значні втрати сировини підземних і надземних органів, так і на якість сировини, знижуючи в ній вміст біологічно-активних речовин.

При збільшенні ступеню ураження біометричні показники рослин мали тенденцію до зниження. Нами встановлений тісний зворотній кореляційний зв'язок між ступенем ураження та висотою стебла, аналогічна закономірність спостерігалась в зниженні довжини кореня залежно від ступеня розвитку плямистостей. Чутливими до ураження виявились також маса стебла і маса кореня.

Ураження рослин плямистостями значно впливало на елементи структури врожаю: розвиток хвороб на 75–100% сприяв значному зниженню кількості і маси суцвіть, маси насіння з однієї рослини та маси 1000 насінин порівняно із здоровими рослинами.

Побудовані нами прогностичні моделі дають можливість визначати втрати врожаю від плямистостей під час вегетації рослин ехінацеї пурпурової залежно від балу ураження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gentosh D.T., Hlymiazny V.A., Bashta O.V., Voloshchuk N.M., Shmyhel T.S., Kovalyshyna H.M., Makarchuk O.M., Dmytrenko Y.M., Stankevych S.V., Shapetko E.V. Prognosis of the harmfulness of barley rust. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. № 3. P. 65–69.
2. Глущенко Л.А. Поширення та шкідливість захворювань лікарських рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 80. Ч. 2. С. 408–412.
3. Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навчальний посібник. Харків : Еспада, 2011. 608 с.
4. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин : навчальний посібник / за ред. І.Л. Маркова. Київ : Аграр Медіа Груп, 2012. 264 с.
5. Сірік О.М. Біологічний захист ехінацеї пурпурової від церкоспорозу. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 3. С. 151–154.
6. Сірік О.М. Видовий склад збудників хвороб нагідок лікарських та ехінацеї пурпурової. *Перспективні напрямки наукових досліджень лікарських та технічних культур* : матеріали І-ї Всеукр. конф. молодих вчених, с. Березоточа, 5–6 червня 2013 р. Березоточа, 2013. С. 51–52.
7. Сірік О.М. Гриби роду *Alternaria* на культивованих лікарських рослинах родини *Asteracea*. *Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, 25–26 травня 2017 р. ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2017. С. 137–138.
8. Сірік О.М., Глущенко Л.А. Шкодочинність церкоспорозу на рослинах ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.). *Агроекологічний журнал*. 2017. № 4. С. 71–76.
9. Сірік О.М., Приведенюк Н.В. Церкоспороз ехінацеї пурпурової за краплинного зрошення. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 1–2 (246). С. 21–23.
10. Фармацевтичне ресурсознавство з основами інтродукції рослин : навчальний посібник / О.В. Мазулін та ін. Запоріжжя : ЗДМУ, 2016. 208 с.

УДК 635.64:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.31>

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ ТА ЗАГУЩЕННЯ РОСЛИН ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Шепель А.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати попередніх однорічних досліджень з томатом розсадним, який вирощували на півдні України при краплинному зрошенні. Предметом нашого дослідження були фони живлення, які були створені внесенням мінеральних добрив на запланований врожай – 40, 80 та 120 т/га а також загушення рослин у 20, 30 та 40 тис. шт./га. У період цвітіння культури усі досліджувані фактори позитивно впливали на формування асиміляційного апарату, що закономірно впливало на підвищення врожаю. Кореляційний зв'язок між площею листової поверхні і врожаєм у цей період був тісним ($r=0,85$). При природному фоні живлення середня маса плодів складала 569 г, а при максимальному фоні живлення ($N_{250}P_{120}$) на 1623 г, тобто у 3,85 рази більше. Внесення мінеральних добрив позитивно впливало на накопичення маси плодів. За внесення максимальної норми $N_{250}P_{120}$ спостерігалась найбільша маса плодів з одного куща, в середньому, 2192 г, що на 1623 г або на 292 % більше порівняно із неудобреним фоном. На зміну загальної маси плодів із однієї рослини впливала і густина стояння рослин. При густоті стояння 20 тис. шт./га загальна маса плодів була найбільшою – 1231 г, із збільшенням густоти до 30 тис. шт./га маса зменшувалась на 15,6 %, із збільшенням до 40 тис. шт./га вона зменшувалась на 31 % порівняно із густотою у 20 тис. шт./га. Мінеральні добрива сприяли формуванню більшої кількості плодів на рослині. Внесення мінеральних добрив нормою $N_{50}P_{20}$ призводило до збільшення кількості плодів, у середньому, на 38,3 % порівняно з варіантом без добрив. Подальше збільшення норми добрив до $N_{150}P_{70}$ збільшувало кількість плодів на 34,0 %, порівняно з нормою $N_{50}P_{20}$. Максимальна врожайність, в середньому по густотам, була отримана на фоні $N_{250}P_{120}$ і складала 114,6 т/га, що на 282 %, відповідно, більше за контрольний варіант. Найменша врожайність плодів томатів формувалась у варіантах, де мінеральні добрива не вносили, і складала, в середньому по густотах 28,9 т/га. Суттєво впливало на аналізуємії показник внесення мінеральних добрив – чим більшою була норма внесення, тим менше накопичувалось сухих речовин в плодах, але за рахунок росту врожаю загальний вихід сухих речовин на 1 га збільшувався.

Ключові слова: томати, краплинне зрошення, фони живлення, загушення рослин, якість плодів.

Shepel A.V. Productivity of tomatoes depends on the background of food and plant thickening with drip irrigation in Southern Ukraine

The article presents the results of previous one-year studies with seedling tomatoes, which were grown in the south of Ukraine under drip irrigation. The subject of our research was the nutrition background, which was created by applying mineral fertilizers for the planned harvest – 40, 80 and 120 t/ha, as well as plant thickening at 20, 30 and 40 thousand pcs./ha. During the flowering period of the crop, all the investigated factors had a positive effect on the formation of the assimilation apparatus, which naturally influenced the increase in yield. The correlation between the area of the leaf surface and the harvest in this period was close ($r=0,85$). With the natural background of nutrition, the average weight of fruits was 569 g, and with the maximum background of nutrition ($N_{250}P_{120}$) by 1623 g, that is, in 3.85 times more. Application of mineral fertilizers had a positive effect on the accumulation of fruit mass. When applying the maximum rate of $N_{250}P_{120}$, the largest mass of fruits per bush was observed, on average, 2192 g, which is 1623 g or 292 % more compared to the unfertilized background. The change in the total weight of fruits from one plant was also influenced by the density of plant stands. At a stand density of 20,000 pcs./ha, the total weight of fruits was the largest – 1,231 g, with an increase in density to 30,000 pcs./ha, the weight decreased by 15.6 %, with an increase to 40,000 pcs./ha, it decreased by 31 % compared to the density of 20 thousand pieces/ha. Mineral fertilizers contributed to the formation of more fruits on the plant. The introduction

of mineral fertilizers at the rate of N50P20 led to an increase in the number of fruits, on average, by 38.3 % compared to the option without fertilizers. A further increase in the rate of fertilizers to N₁₅₀P₇₀ increased the number of fruits by 34.0 %, compared to the rate of N₅₀P₂₀. The maximum yield, averaged by density, was obtained on the background of N₂₅₀P₁₂₀ and amounted to 114.6 t/ha, which is 282 % more than the control variant, respectively. The lowest yield of tomato fruits was formed in variants where mineral fertilizers were not applied, and was, on average, 28.9 t/ha. The application of mineral fertilizers had a significant effect on the analyzed indicator – the higher the rate of application, the less dry matter accumulated in the fruits, but due to the growth of the crop, the total yield of dry matter per 1 ha increased.

Key words: tomatoes, drip irrigation, nutrition backgrounds, plant thickening, fruit quality.

Постановка проблеми. Нарощування виробництва овочів належить до пріоритетних завдань аграрного виробництва в Україні як для задоволення внутрішніх потреб, так і для поставки їх на експорт. У вирішенні цього завдання значна роль належить регіонам, природно-кліматичні та господарсько-економічні умови яких сприятливі для успішного розвитку овочівництва. Зважаючи на багаторічні традиції та високий рівень професійної підготовки спеціалістів сільськогосподарського виробництва, можна впевнено стверджувати про відродження овочівництва в Україні в післявоєнні роки на основі впровадження високопродуктивних сучасних технологій вирощування.

В Херсонській області, як в цілому в Україні, активно впроваджуються відносно нові технології поливу, домінуючим з яких є краплинне зрошення. Як відмічають автори, з 2014 р. по 2020 р. площа зрошення овочевих культур в Україні зросла на 15 %, до 22,7 тис. га. У 2020 р. найбільше полито помідорів – 9,9 тис. га, цибулі – 4,0 та моркви – 1,9 тис/га [1, с. 6]. Жодна з областей України, за винятком хіба що АР Крим, не може зрівнятися за якістю томатів з Херсонською, особливо це зрозуміли споживачі у 2023 р. Але українське овочівництво 2023 року не повернеться до обсягів виробництва довоєнного 2021 р. а загальне падіння ринку оцінюється на рівні 25-30 %, хоча за різними культурами цей відсоток різниться, повідомив агентству «Інтерфакс-Україна» директор «Рійк Цваан Україна» Іво Кюмюрджієв [2].

Не дивлячись на те, що технологія вирощування посівних томатів в умовах зрошення на півдні України вивчена достатньо глибоко, проте вона потребує істотного вдосконалення, що пов'язано з впровадженням у виробництво краплинного зрошення та розсадної культури. У зв'язку з цим удосконалення елементів технології вирощування розсадних томатів при застосуванні краплинного зрошення становить безсумнівну теоретичну та практичну цінність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Добрива в умовах зрошення – головний фактор збільшення врожаю овочевих культур. Рослини томатів найбільше виносять з урожаєм калію, менше азоту і найменше фосфору [3]. Так, з однією тоною врожаю рослини виносять, в середньому, 3,3 кг N, 1,3 – P₂O₅ і 4,5 – K₂O, тоді як інші вчені [4] доводять менший винос по всім елементам – азоту – 2,6–3,1 кг/т, фосфору – 0,7–0,8 і калію – 3,4–3,6 кг/т. Багатьма вченими встановлено, що частка участі мінеральних добрив у зміні врожаю культури томатів становить 60–70 %. До того ж підвищення врожаю плодів томату відбувається головним чином за рахунок збільшення кількості і ваги плодів на рослині [5]. Дмитренко П.О. [6] стверджує, що ефективність мінеральних добрив при вирощуванні томата на різних ґрунтах залежить від забезпеченості цих ґрунтів елементами живлення. Проте Філіп'єв І.Д. [7] відмічає, що, навіть, на фоні високого забезпечення ґрунтів фосфором (6–15 мг/100 г ґрунту) відбувається істотне підвищення врожаю посівних томатів від азотного і азотно-фосфорного добрива. Застосування

одного фосфорного або калійного добрива не забезпечує позитивного впливу на їх продуктивність [8]. Потреба томатів у елементах живлення суттєво збільшується у період плодоношення. Томат споживає порівняно мало фосфору, багато калію і азоту, однак, навіть на важких ґрунтах, збагачених на фосфор і калій, на початковому етапі розвитку рослини чутливі до нестачі фосфору, так як весною при понижених температурах ґрунту і повітря він є важкодоступним [9]. Фосфор сприяє посиленому росту коренів, формуванню репродуктивних органів, прискореному дозріванню плодів, збільшенню врожаю та підвищеному вмісту цукрів і сухих речовин [10]. Виявлено, що 94 % засвоюваного рослинами фосфору йде на створення плодів. Крім того, для нормального плодоношення велике значення має калій. Недостатня забезпеченість азотом, а тим більше калієм, послаблює ріст рослин, знижує врожай і якість плодів [11]. На темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах Херсонської області встановлено, що внесення підвищених норм фосфорних добрив до P_{300} на фоні $N_{120}K_{60}$ не впливала на якість і продуктивність томатів порівняно з оптимальною нормою P_{180} [12].

На основі узагальнень Філіп'єва І.Д. [13] внесення азотного добрива нормою N_{120} дрібно – до сівби і в підживлення в фазу 5-6 справжніх листків, а також при сівбі і в два підживлення щорічно забезпечувало одержання практично такого рівня врожаю товарних плодів, як і при застосуванні добрив одноразово під зяблеву оранку, але треба уточнити, що такі результати були отримані для посівних томатів при дощуванні.

За даними багатьох вчених величина і якість урожаю культури суттєво залежить від правильного вибору густоти стояння рослин [14]. Зниження врожаю томата спостерігається за умови загущення посіву, що пояснюється гіршим використанням рослинами площі живлення і зменшеним поглинанням ними променевої енергії. Виявлено також, що збільшення густоти стояння рослин томата на одиницю площі за безрозсадного вирощування підвищує продуктивність культури і дружність дозрівання плодів. Як збільшення, так і зменшення її від оптимальних меж, призводить до зниження продуктивності культури. У зв'язку з цим Лимар А.О. вказує на необхідність проведення дослідів по визначенню оптимальної площі живлення рослин у кожній ґрунтово-кліматичній зоні з урахуванням біологічних, господарських, агротехнічних особливостей культури, сорту чи гібриду і мети їх вирощування [8]. Вказується також, що рівень допустимої загущеності рослин різний серед сортів і залежить від їх біологічних особливостей [15; 16].

Постановка завдання. Територія господарства, на полях якого проводили дослідження, знаходиться у південному агрокліматичному районі Херсонської області, клімат якого помірно жаркий, дуже посушливий.

Середньорічна температура повітря, за багаторічними даними, складає $10,8^{\circ}\text{C}$. Накопичення активних температур повітря починається в останній декаді березня й закінчується у другій декаді листопада. Останні весняні заморозки спостерігаються у другій декаді квітня, перші осінні – у третій декаді жовтня. Сума опадів за рік, в середньому, складає 411 мм. За вегетаційний період випадає 260 мм опадів. Дослідження проводили на зрошуваних землях СТОВ «Славута-юг» Каховського району Херсонської області. Територія землекористування господарства розташована у підзоні Сухого Степу, ґрунтовий покрив якої представлений темно-каштановими середньосолонцюватими ґрунтами.

Польові досліді і лабораторні дослідження проводили з урахуванням вимог методик польових дослідів [17].

Дослідження по вивченню елементів технології вирощування томатів розсадних в зрошуваних умовах півдня України проводили шляхом постановки двохфакторного польового досліду. Повторність досліду чотириразова, облікова площа ділянки другого порядку – 54 м². Варіанти досліду закладено методом розщеплених ділянок.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ростові процеси рослин, розвиток вегетативних і репродуктивних органів в значній мірі залежать від забезпеченості культури вологою і поживними речовинами, фізичних властивостей ґрунту, погодних умов вегетаційного періоду.

Відчутні зміни по приросту листового апарату спостерігали у фазу цвітіння та плодоутворення і в наших дослідженнях (рис. 1). У цей період найменшою площа листової поверхні виявилася у варіанті без добрив – 20,8 тис. м²/га, а найбільшою – 26,2 тис. м²/га, за умови внесення мінеральних добрив нормою N₂₅₀P₁₂₀ і густоті стояння рослин 40 тис. шт./га.

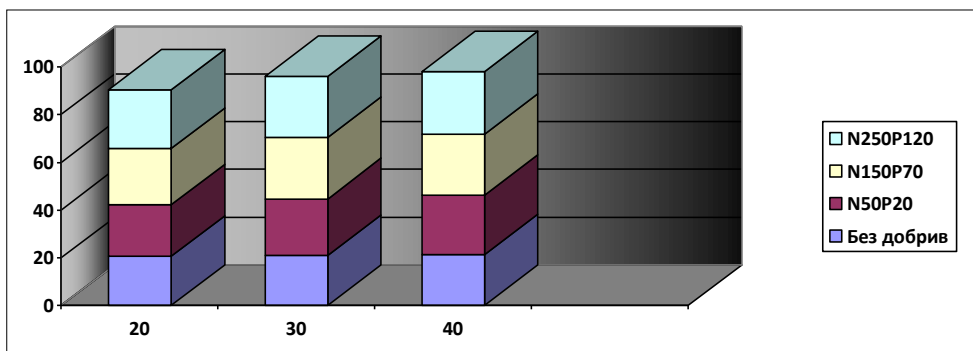


Рис. 1. Площа листової поверхні рослин томатів у фазу цвітіння залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га

У цей період росту та розвитку рослин усі досліджувані фактори позитивно впливали на формування асиміляційного апарату, що закономірно впливало на підвищення врожаю. Кореляційний зв'язок між площею листової поверхні і врожаєм у цей період був тісним ($r=0,85$). Мінеральне живлення – один із основних факторів, який впливав на нарощування листової поверхні. Закономірно, що найменша площа листя, як було відмічено раніше, була на неудобреному фоні, в середньому по густотам стояння, 20,8 тис. м²/га. Внесення мінеральних добрив нормою N₅₀P₂₀ підвищувало цей показник на 14,5 %, внесення нормою N₁₅₀P₇₀ – на 22,3, внесення нормою N₂₅₀P₁₂₀ – на 28,7 %, порівняно із неудобреним фоном.

У фазу плодоутворення площа листової поверхні рослин томатів збільшувалась із подібною закономірністю, як і у фазу цвітіння (рис.2).

В середньому по досліді, площа листової поверхні у цю фазу складала 47,8 тис. м²/га. Зв'язок між площею листової поверхні у фазу плодоутворення та величиною врожаю плодів посівних томатів був сильним і складав $r=0,89$. Мінеральні добрива позитивно впливали не тільки на кількість листків та їх масу, а і на загальну площу асиміляційної поверхні на одиницю площі. Максимальна норма добрив по досліді – N₂₅₀P₁₂₀ дала можливість рослинам томатів сформувати найбільшу листову площу, в середньому, 52,8 тис. м²/га.

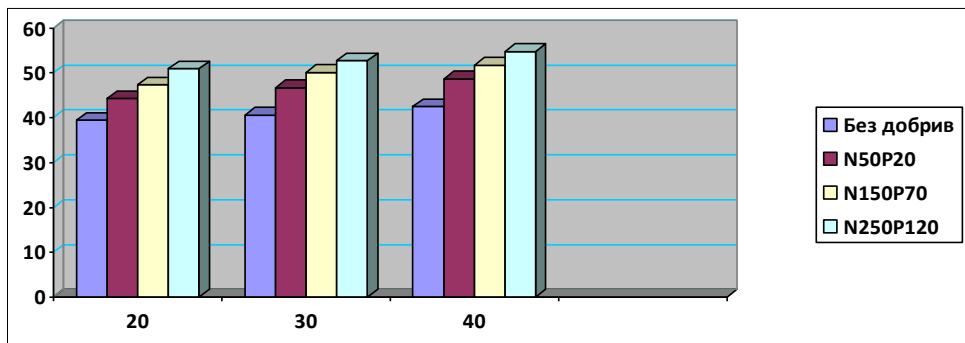


Рис. 2. Площа листкової поверхні томатів у фазу плодоутворення залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га

При зменшенні норми мінеральних добрив до N₁₅₀P₇₀ спостерігалось зменшення площі листя, в середньому, на 4,5, а до N₅₀P₂₀ – на 12,3 %. Найменша середня площа листкової поверхні серед зрошуваних ділянок – в середньому 40,8 тис. м²/га, була зафіксована у варіантах без внесення мінеральних добрив. Загущення рослин до 40 тис. шт./га сприяло формуванню, в середньому по фактору, найбільшої площі листкової поверхні – 49,8 тис. м²/га, зменшення густоти стояння рослин до 30 тис. шт./га зменшувало даний показник на 4,5, а до 20 тис./га – на 8,6 %, порівняно із максимальною густотою стояння рослин.

Проведені нами дослідження показали, що досліджувані фактори суттєво впливали на врожайність плодів розсадних томатів (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність томатів у польовому досліді 2021 р.

Фон живлення (Фактор А)	Загущення рослин, тис. шт./га, (Фактор В)	Урожайність, т/га
Без добрив	20	28,1
	30	29,5
	40	29,2
N ₅₀ P ₂₀	20	41,3
	30	42,2
	40	41,8
N ₁₅₀ P ₇₀	20	77,4
	30	80,6
	40	77,9
N ₂₅₀ P ₁₂₀	20	110,1
	30	114,6
	40	113,7

Примітка: НР₀₅, т/га склала: для фактора А – 2,05; фактора В – 1,67; для взаємодії АВ – 3,34.

Найбільший приріст урожайності плодів томатів отримано від застосування мінеральних добрив. Максимальна врожайність, в середньому по густотам, була отримана на фоні N₂₅₀P₁₂₀ і складала 114,6 т/га, що на 282 %, відповідно, більше за контрольний варіант. Мінімальна врожайність плодів томатів формувалася

у варіантах, де мінеральні добрива не вносили, і складала, в середньому по густотах 28,9 т/га. Внесення мінеральних добрив нормою $N_{50}P_{20}$ забезпечувало збільшення врожайності в середньому на 12,9 т/га (44%), $N_{150}P_{70}$ – на 49,7 (170%), $N_{250}P_{120}$ – на 83,9 т/га (286%), порівняно із неудобреним фоном.

Аналізуючи отримані дані в нашому досліді по вмісту сухих речовин в плодах розсадних томатів, слід зазначити, що як вміст, так і умовний загальний вихід з одиниці площі даного показника суттєво змінювався під впливом досліджуваних факторів (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст загальних сухих речовин (%) в плодах томатів та їх умовний вихід (ц/га) залежно від досліджуваних факторів 2021 р.

Фон живлення	Загущення рослин, тис. шт./га					
	20		30		40	
	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га
Без добрив	5,81	16,2	5,95	17,4	6,00	17,5
$N_{50}P_{20}$	5,60	22,5	5,62	23,8	5,70	23,6
$N_{150}P_{70}$	5,25	40,0	5,30	42,2	5,41	41,3
$N_{250}P_{120}$	4,66	50,7	4,90	55,2	4,95	55,2

Суттєво впливало на аналізований показник внесення мінеральних добрив – чим більшою була норма внесення, тим менше накопичувалось сухих речовин в плодах, але за рахунок росту врожаю загальний вихід сухих речовин на 1 га збільшувався. У варіанті без добрив вміст сухих речовин становив, в середньому, 5,92% (16,8 ц/га), тоді як за внесення $N_{50}P_{20}$ цей показник знизився до 5,65% (23,2 ц/га), $N_{150}P_{70}$ – до 5,31% (41,3 ц/га), а застосування максимальної кількості добрив – $N_{250}P_{120}$ – до 4,85% (53,4 ц/га), що на 1,07 в. п. менше, ніж у плодах неудобреного варіанту, але загальний вихід сухих речовин при цьому збільшився на 36,6 ц/га або на 218% порівняно із неудобреним фоном. Менш істотно на вміст сухих речовин впливала густина стояння рослин, хоча простежувалась тенденція збільшення їх виходу із збільшенням кількості рослин на 1 га. При густоті рослин 20 тис. шт./га середній вихід сухих речовин склав 5,24% (33,0 ц/га), 30 тис. шт./га – 5,31% (34,7 ц/га) і 40 тис. шт./га – 5,52% (34,6 ц/га).

Висновки і пропозиції. Отримані однорічні результати дозволяють зробити наступні попередні висновки:

1. Мінеральні добрива позитивно впливали не тільки на кількість листків та їх масу, а і на загальну площу асиміляційної поверхні на одиницю площі. Максимальна норма внесення міндобрив по досліді ($N_{250}P_{120}$) дала можливість рослинам томатів сформувати найбільшу листову площу у фазу плодоутворення, в середньому, 52,8 тис. м²/га.

2. Максимальну врожайність плодів посівних томатів – 114,6 т/га в умовах застосування краплинного зрошення на півдні України було отримано при наступному технологічному комплексі: внесенні мінеральних добрив на заплановану врожайність у 120 т/га (норма $N_{250}P_{120}$) та формуванні густоти стояння рослин на рівні 30 тис. шт./га.

3. Внесення мінеральних добрив найбільше впливало на вміст сухих речовин: чим більшою була норма внесення, тим менше накопичувалось сухих речовин в плодах, але за рахунок більш високого врожаю плодів культури умовний збір сухих речовин з 1 га збільшувався і досягнув, в середньому по максимальному фоні ($N_{250}P_{120}$) – 55,2 ц/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бояркіна Л.В., Боровик В.О., Шабля О.С., Шарій В.О. Біднина. І.О. Сучасний стан зрошуваних сільсько-господарських земель в Україні. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 5–10. URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/329/361>. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.1> (дата звернення 24.09.2023)
2. Ринок овочів у 2023 р. скоротився на 30% і не повернувся до довоєнного рівня. «Рійк Цваан Україна» URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/911734.html> (дата 07.09.2023).
3. Сич З.Д., Сич І.М. Гармонія овочевої краси та користі. Київ : Арістей, 2005. 192 с.
4. Барабаш О.Ю., Семенчик П.С. Довідник овочівника. Львів : Каменяр, 2005. 208 с.
5. Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Пуценко Д. В. Прогнозування параметрів величин врожаю залежно від елементів технології вирощування посівних томатів на півдні України. *Таврійський науковий вісник* : зб. наук. праць. Херсон, 2007. Вип. 54. С. 3–9.
6. Дмитренко П.О., Носка Б.С., Дмитренко П.О. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур. Київ : Урожай, 1997. С. 167–168.
7. Філіп'єв І.Д., Артюшок О.Л. Вплив доз азотних добрив на якість плодів безрозсадних помідорів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 1998. Вип. 8. С. 27–31.
8. Лимар А. О., Рябініна Н. П. Вплив фону живлення, способу та глибини основного обробітку ґрунту на якісні показники плодів розсадного томата на краплинному зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 81. С. 101–108.
9. Лимар В. А., Кащев О. Я., Лимар А. О., Емець Г. В. та ін. Промислова технологія вирощування томату для переробки. Херсон, 2010. 86 с.
10. Макрушин М. М., Макрушина О. М., Петерсон Н. В., Мельников В. В. Фізіологія рослин. Вінниця : Нова книга, 2006. 413 с.
11. Прогресивні технології виробництва овочів для промислової переробки : монографія / за ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків : Вид-во «Міськдрук». 2009. 270 с.
12. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С. В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. К.: Видавництво «ДІА», 2012. 248 с.
13. Філіп'єв, І. Д. Вплив зрошення і густоти стояння рослин на винос елементів живлення посівними томатами на півдні України. *Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць*. Херсон : Айлант, 2004. Вип. 34. С. 125–127.
14. Пуценко, Д. В. Вплив способів поливу, добрив та загущення рослин на врожай і якість плодів посівних томатів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.02. Херсон, 2008. 18 с.
15. Дудник Є. В., Нікончук Н. В. Вплив режимів зрошення і густоти стояння рослин на формування надземної маси томатів в умовах південного степу України. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання плодоовочевої продукції* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 17 листопада 2022 р., м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 21–24.
16. Ушкаренко В.О., Шепель А.В., Пуценко Д.В. Ефективність використання вологи посівними томатами в зрошуваних умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлант, 2007. Вип. 52. С. 3–7.
17. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків : Основа, 2001. 369 с.

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРобКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2.084

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.32>

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА СКЛАДУ МОЛОКА ДІЙНИХ КОРІВ У РІЗНІ СЕЗОНИ ВИПАСУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЩОДОБОВОЇ ПРОПОЗИЦІЇ: ОГЛЯД

Бернацький А.О. – аспірант кафедри годівлі,
розведення тварин та збереження біорізноманіття,
Поліський національний університет

Борщенко В.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,
Поліський національний університет

На сьогоднішній день перевагу надають пасовищним кормам через їхню економічну ефективність і вплив на добробут тварин. Основною стратегією використання пасовищ є створення умов для максимального споживання сухої речовини жуйними тваринами. Добова норма травостою або пропозиція пасовищного корму (ДНА) – важливий критерій оцінки умов живлення тварин. Вона є важливим чинником, який впливає на споживання пасовищного корму тваринами та їх продуктивність. Пропозиція пасовищного корму визначається кількістю пасовищного корму, який пропонується тварині протягом доби відносно добової потреби тварин в цьому кормі. Як правило при високій пропозиції корму кількість пропонованого пасовищного корму у 2 рази перевищує потребу тварин, при відповідній висоті травостою. Це стимулює селективне або вибіркоче споживання корму, збільшує об'єми споживання корму та продуктивність тварин. При недостатній висоті травостою та у випадку, якщо кількість пропонованого пасовищного корму менше, ніж у 1,5 рази перевищує потребу у ньому говорять про низьку пропозицію корму.

Добова норма травостою (ДНА) впливає на продуктивність молочних корів у різні сезони з певними особливостями, які необхідно враховувати у практиці годівлі тварин. Зменшення середньої кількості опадів улітку може призвести до значно вищих потреб у концентрованих кормах, щоб компенсувати втрату росту та доступності пасовищної трави восени. Додатки восени та взимку підвищують загальне споживання сухої речовини (DMI) та зберігають належний рівень молочної продуктивності тварин за умов обмеження випасу. Як правило, виробництво молока збільшується при високому рівні добової норми травостою (ДНА), але не має істотного впливу на вміст жиру в молоці. Більш висока молочна продуктивність корів навесні зменшує енергетичні потреби корів на підтримання життєдіяльності, а менша кількість доступного пасовищного корму, сприяє меншому утворенню метану в рубці. Вироблення метану також знижується влітку в умовах підвищеної засвоєваності та споживання пасовищного корму.

У цьому огляді було розглянуто варіації щоденного споживання трави коровами на пасовищі, що дозволяє керувати загальним споживанням для оптимізації виробництва молока та визначення корів, які ефективніше перетворюють корм на молоко.

Ключові слова: ДНА або добова пропозиція (норма) травостою, ДМІ (споживання сухої речовини), ОМІ (споживання органічної речовини), різні сезони, продуктивність, молочна худоба.

Bernatskiy A.O., Borshchenko V.V. Indicators of productivity and milk composition of dairy cows in different grazing seasons depending on the daily supply of grass: overview

Today, pasture-based forages are preferred because of their economic efficiency and impact on animal welfare. The main strategy of using pastures is to create conditions for maximum consumption of dry matter by ruminants. The daily rate of grass standing or the offer of pasture forage (DHA) is an important criterion for evaluating the conditions of feeding animals. It is an important factor that affects the consumption of pasture forages by animals and their productivity. The offer of pasture forages is determined by the amount of pasture forages that is offered to the animal during the day relative to the animal's daily need for this fodder. As a rule, with a high supply of fodder, the amount of pasture fodder offered is 2 times greater than the animals' need, with the corresponding height of the grass stand. This stimulates selective or selective feed intake, increases feed intake and animal productivity. If the height of the grass is insufficient and if the amount of pasture fodder offered is less than 1.5 times greater than the need for it, it is said that the fodder supply is low.

The daily intake of grass (DHA) affects the productivity of dairy cows in different seasons with certain features that must be taken into account in animal feeding practices. A reduction in average summer rainfall may result in significantly higher concentrate forage requirements to compensate for the loss of pasture grass growth and availability in the fall. Additions in autumn and winter increase the total dry matter intake (DMI) and maintain the appropriate level of milk production of animals under conditions of limited grazing. As a rule, milk production increases with a high level of DHA, but does not have a significant effect on the fat content of the milk. A higher milk yield of cows in the spring reduces the energy needs of cows to maintain vital activity, and a smaller amount of available pasture feed contributes to less methane formation in the rumen. Methane production also decreases in summer under conditions of increased digestibility and consumption of pasture forage.

This review examined variation in the daily grass intake of cows on pasture, allowing management of total intake to optimize milk production and identify cows that convert forage to milk more efficiently.

Key words: DHA or daily supply (norm) of grass, DMI (dry matter intake), OMI (organic matter intake), different seasons, performance, dairy cattle.

Вступ. Кількість добової трави на корову, яка перевищує задану висоту, відома як добова пропозиція або норма травостою (ДНА), яка є широко визнаним, основним фактором продуктивності молочних систем, що базуються на випасі і залежить від маси травостою перед випасом, навантаження тварин в розрахунку на одиницю площі пасовища [31, с. 48]. Існує криволінійний зв'язок між обома параметрами: ДНА і споживанням органічної речовини (ОМІ) та надоями молока. Як правило, низький рівень ДНА збільшує навантаження тварин на пасовище, що може максимізувати прибутковість шляхом збільшення використання пасовищної трави та виробництва молока, тоді як висока ДНА може негативно впливати на якість трав'яного покриву через збільшення кількості кормових залишків, що призводить до непотрібних витрат [18, с. 11]. Вплив на хімічний склад травостою, поведінку під час випасу та масу травостою перед випасом (НМ) є основними визначальними факторами у визначенні продуктивності тварин і ДМІ травостою [24, с. 155; 33, с. 4977]. Забезпечення корів достатньою кількістю корму, інтенсивне використання пасовищ для виробництва молочної продукції залежить від частих оцінок забезпеченості пасовищним кормом та інтенсивності випасу [21, с. 427–428]. Потреби в травостой при пасовищному та силосному утриманні використовуються для складання бюджету кормової бази. При використанні візуального підходу до оцінки доступності травостою, використання ДНА та цільових

показників травостою для прийняття рішень з управління пасовищами є прийнятною альтернативою [10, с. 208]. Butler et al. (2003) виявили, що більш продуктивні стада потребують більшої кількості ДНА. З іншого боку, добова кількість молока коливається в залежності від стадії лактації, і в міру її протікання дійні корови спрямовують більше енергії в резерви організму. У результаті вплив ДНА на кількість молока може відрізнятися залежно від стадії лактації. Сезонні коливання якості травостою та структури травостою ускладнюють перебіг лактації. У цьому огляді буде розглянуто варіації щоденного споживання трави коровами на пасовищі, що дозволяє керувати загальним споживанням для оптимізації виробництва молока та визначення корів, які ефективніше перетворюють корм на молоко.

Матеріали і методи дослідження. Оглядову інформацію наведено на основі аналізу різних академічних наукових робіт. Зібравши статті, проведено аналіз кожної з них, визначено найбільш важливу інформацію, узагальнено матеріал, сформовано найбільш важливі висновки.

Результати та обговорення. Вплив ДНА на молочну худобу навесні. В останні роки фермери забезпечують худобу весняним травостоєм для покращення управління осінніми запасами з введенням нових трав та використанням методів бюджетування кормів. Незважаючи на досягнуті успіхи, навіть за найсприятливішого сценарію розвитку подій, доступність пасовищного корму навесні все одно обмежена, що обумовлює необхідність збільшення кількості енергії в раціоні лактуючих корів у цей період. Для отримання високого рівня молочної продуктивності при збереженні тривалого циклу першого випасу, необхідно додавати концентрати чи інші легкодоступні добавки (трав'яний силос, кукурудзяний силос тощо.). Регулювання тривалості перших циклів з травлювання гарантують, що тварини матимуть доступ до достатньої кількості трави, поки темпи зростання пасовищної трави не перевищать потреби тварини [26, с. 10].

Виробництво молока, ефективне виробництво та виробництво метану. Вплив ДНА на продуктивність молочних корів та випас було добре досліджено [1, с. 1778–1791; 15, с. 1259–1268]. Збільшення добової пропозиції або норми травостою (ДНА) від 20 до 40 кг сухої речовини на корову на день збільшило виробництво молока з 0,05 до 0,19 кг на кілограм збільшення ДНА [24, с. 156]. Зменшення ДНА, як вважають, пов'язане з вищим рівнем навантаження тварин на пасовище. Доступність травостою і, як наслідок, надій на корову зменшується, коли зростає навантаження тварин на пасовище [14, с. 793]. З іншого боку, зменшення споживання пасовищного корму, пов'язане зі зниженням ДНА, не мало суттєвого впливу на індивідуальне виробництво молока, що може бути пов'язано з низьким енергетичним балансом, що призводить до підвищення ефективності виробництва молока у молочних корів [16, с. 29; 24, с. 155]. Більший рівень навантаження тварин на пасовище, та як наслідок зниження ДНА призвело до кращого виробництва молока на гектар пасовища (+27%), що спричинено збільшенням споживання пасовищної трави, що може підвищити довгострокову економічну ефективність пасовищної продуктивної системи при виробництві молока [16, с. 31; 12 с. 2154]. Загалом рівень концентрованих кормів не впливає на концентрацію молочного жиру в молоці, як спостерігалось в дослідженнях на початку лактації [10, с. 2038; 15, с. 1263; 16, с. 31]. Однак це не узгоджується з проведеними дослідженнями Bargo et al. (2002) у середині лактації, коли тваринам додавали понад 5 кг концентратів/корову на день, ймовірно, через ефект розбавлення, спричинений тим, що надої молока збільшувалися швидше, ніж молочний жир [26, с. 12]. Вплив на продуктивність та вміст молока наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

**Вплив ДНА на продуктивність та вміст молока
у великої рогатої худоби протягом весни**

Продуктивність	Вплив на білок молока	Вплив на жир молока	Посилання
–	–	Ні	McEvoy et al., (2008)
–	Збільшується	Ні	Maher et al., (2003).
Збільшує приріст маси тіла	Ні	–	Kennedy et al., (2007)
Збільшення маси тіла та зменшення втрати маси тіла	–	–	McEvoy et al., (2008)
Збільшення маси тіла приростів живої маси та кондицій вгодованості були неочевидними	–	–	McEvoy et al., (2008) Bargo et al., (2002) Merino et al., (2018)

Loza et al. не виявили відмінностей у загальних кишкових викидах CH_4 (у середньому 363 г/добу) та інтенсивності викидів CH_4 (у середньому 18,4 г/кг FPCM), і отримані результати узгоджуються з попередніми міжнародними дослідженнями [11, с. 452; 19, с. 7949; 35]. Крім того, у роботі Loza et al. (2021) наводиться середній показник емісії CH_4 на одиницю розрахункового споживання корму на рівні 21 г/кг ДМІ та емісії CH_4 у відсотках від валового споживання енергії, що узгоджується з попередніми висновками Dini et al. та Cottle et al., які провели мета-аналіз випасу молочних корів на пасовищах з помірним кліматом [4, с. 2175; 5, с. 297; 11, с. 453; 26, с. 11].

Вплив ДНА на молочних корів протягом літа. Виробництво молока в пасовищних молочних системах тісно пов'язане зі змінами в доступності травостою та, як наслідок, темпами росту травостою, з високою продуктивністю навесні та меншою продуктивністю влітку. Як наслідок, оптимізація управління випасом протягом літа є однією зі стратегій зменшення сезонності виробництва молока [6, с. 6815].

Добова норма споживання трави. Для проведення значних порівнянь між кількома дослідженнями необхідно враховувати кількість порівнюваних ДНА, висоту зрізу трави, що збирається, і рівень продуктивності експериментальних тварин. У більшості дослідів зі смуговим випасом був встановлений криволінійний зв'язок між ОМІ та ДНА [27, с. 3075]. З іншого боку, Stakelum et al. не знайшли доказів криволінійного впливу ДНА на споживання [31, с. 54]. Найбільш ймовірне пояснення полягає в тому, що в останньому випадку використовувався значно менший діапазон ДНА, ніж у попередніх дослідженнях. В обох експериментах Stakelum et al. було ефективно підтримувати однаковий травостій для дотримання однакових рівнів ДНА шляхом механічного підкошування після кожного сеансу випасу [31, с. 59; 32, с. 24].

Виробництво молока, ефективність його виробництва та продукція метану. Потенціал виробництва молока вимірювали за допомогою показника ймовірного надою молока (LМУ). Корови досхоchu отримували кукурудзяний силос, траву на випасі та концентрати під час випасу в квітні, і це було використано як еталонний надій молока. У зв'язку з поганими погодними умовами під час передекспериментального періоду надоїв (РМУ) у проведених дослідженнях Stakelum et al., відрізнявся тим, що корови випасали травостій до 60 мм і отримували 0,5 кг

додаткових концентратів на добу, крім останнього тижня, коли їм давали 4 кг/добу [32, с. 23]. Вплив ДНА на продуктивність та вміст молока у великої рогатої худоби протягом літа наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Вплив ДНА на продуктивність та вміст молока
у великої рогатої худоби протягом літа**

Варіант дослідження	Результат	Посилання
Повний сезон випасу та навантаження тварин	Без істотної різниці в молочній продуктивності	Stakelum et al., (2007)
Випас високих травостоїв	Вища якість молочної продукції	Stakelum and Dillon, (2007)
Випас високих травостоїв	Вища молочна продуктивність	McEvoy et al., (2008)
Низькі норми випасу	Відсутність значного впливу на надой та вміст сухих речовин в молоці корів	Perez-Prieto et al., (2018)
Випас високих травостоїв	Виробництво молока та споживання трав були нижчими	Munoz et al., (2016)
ДНА	Вміст жиру в молоці	Maher et al., (2003)

За даними Hoogendoorn et al., більш низький травостій перед випасом мав більшу пропорцію листя та меншу кількість стебел та відмерлих решток, що призводить до вищих показників перетравності сухої речовини і, як наслідок, більшого надою молока на корову [9, с. 320]. За даними Maher et al. спостерігалось, що вміст молочного білка зростав лінійно з кількістю ДНА, а значення концентрації молочного білка влітку були досить високі [13, с. 237]. У літературі мало досліджень про виробництво CH_4 молочними коровами, які випасаються, і ще менше про зв'язок між якістю травостою і утворенням метану. За даними, отриманими від м'ясної худоби, телята, які отримували траву в годівниці без випасу з різною висотою травостою перед скошуванням, не відрізнялися за викидами CH_4 з поправкою на споживання [7, с. 3345]. У більш пізніх дослідженнях про випаси автори виявили, що тварини, яким давали травостої з більш низькою висотою, мали менші викиди CH_4 на кілограм приросту живої ваги [2, с. 343]. У дослідженні, проведеному Wims (2010), існували відмінності в пропорціях листя, стебел та відмерлих решток, а також варіація в інтервалі регенерації травостою, таким чином хімічний склад травостою у різних варіантах досліду відрізнявся через зміни в структурі трави та інтервалі відростання [33, с. 4983]. Загальне виробництво CH_4 було пов'язане із споживанням численних рослинних фракцій і більшої кількості СР і лігніну, що призвело до зниження утворення CH_4 [26, с. 11].

Вплив ДНА на молочних корів восени. Травостої високоякісних пасовищ ефективно збільшують споживання та виробництво молока в розрахунку на кожний гектар, одночасно зберігаючи короткострокові умови випасу пасовища молочних корів в осінній період. У порівнянні з наданням більшої площі або простору для випасу та збільшення підгодівлі, це означало б економічну вигоду, до тих пір поки граничне збільшення витрат не буде компенсоване зростанням доходів від більшої кількості виробленого молока. Це є прикладом методу покращення економічної та біологічної стійкості систем виробництва молока на пасовищах. Крім того, кількість ДНА має ретельно регулюватися протягом усіх періодів пасовищного

сезону: весняного, літнього та осіннього. Вплив ДНА на продуктивність та вміст молока у великої рогатої худоби в осінній період наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

**Вплив ДНА на продуктивність та вміст молока
у великої рогатої худоби протягом осені**

Варіант дослідження	Результат	Посилання
Збільшення споживання пасовищ при високому рівні ДНА	підвищення індивідуальної молочної продуктивності і зниження концентрації молочного жиру	Merino et al., (2019)
Збільшення споживання сухої речовини травостоїв	збільшився надій молока на корову	Gross et al., (2011)
Збільшення ДНА	знижує В-гідроксибутират у плазмі	Morales et al., (2016)
Збільшення ДНА	збільшився індивідуальний надій молока на корову	Pérez-Prieto et al., (2011)
Збільшення ДНА	немає доказів впливу ДНА	Ruiz-Albarran et al., (2012), Kennedy et al., (2007)
Інтенсивність випасу	індивідуальна молочна продуктивність знижується	McCarthy et al., (2011)

В дослідженнях доступності травостою пасовищ не встановлено значного впливу на споживання тваринами та продуктивність протягом осені, що можна пояснити низьким впливом на продуктивність пасовищ. Загальні рівні ДМІ та виробництва молока, які можна порівняти в усіх дослідженнях, вказують на високий потенціал продуктивності осінніх пасовищ [3; 6, с. 6808–6817]. Подібним чином численні попередні дослідження (хоча і короткострокові) показали, що високі травостої можуть підтримувати підвищену продуктивність молока з гектара [10, с. 2044]. Claffey et al. та Evers et al. не виявили суттєвого впливу методів раннього і пізнього припинення осіннього випасу на надій молока, але Claffey et al. виявили, що велика доступність пасовищ навесні призводить до покращення продуктивності тварин [3; 6].

Коли восени є доступними пасовища високої якості, рівень сирого протеїну для молочних корів зазвичай перевищує їхні потреби для виробництва молока, хоча споживання енергії є найважливішим обмежуючим фактором живлення [8, с. 1392]. Як наслідок, використання додаткового корму вкрай необхідне для забезпечення постійного та якісного постачання енергії, щоб запобігти енергетичним втратам, пов'язаним з виділенням азоту через виробництво сечовини, і оптимізувати мікробний синтез рубця, який підвищує споживання азоту з раціону (кількість азоту в молоці по відношенню до споживання азоту) [20, с. 409]. Ані якість пропонованого корму (оскільки якість корму не відрізнялася за концентраціями сирого протеїну та обмінної енергії), ані загальне споживання сухої речовини не були пов'язані зі збільшенням молочного білка, про яке повідомлялося в дослідженні Merino et al., при високому рівні ДНА [18]. За наявності збільшеного травостою збільшення вмісту білка в молоці, яке спостерігали Morales et al. можна пояснити зниженням концентрації В-гідроксибутирату в плазмі крові, який, як було показано, має сприятливий вплив на енергетичний обмін. На кожен кілограм збільшення ДНА у дослідженні Merino et al. вміст білка в молоці збільшувався на 0,01 грама на кілограм збільшення ДНА [17].

Вплив ДНА на молочних корів протягом зими. Для молочних корів ефективно пасовище, як правило, визнано найбільш рентабельним джерелом живлення. Чим більша кількість пасовищ у річному раціоні молочної корови, тим кращий потенціал для економічної ефективності молочних систем. Отже, продовження сезону випасу до пізньої зими є привабливою стратегією для зниження витрат на корм. З іншого боку, зимовий випас передбачає випасання корів у періоди дощів, низьких температур і короткої тривалості дня, причому пропозиція пасовищ часто обмежена через низьку швидкість росту пасовищ. Як наслідок, випас пасовища з низькою продуктивністю впродовж зими цілком ймовірний [24, с. 157]. Коли йдеться про збільшення кількості пасовища в річному раціоні дійних корів, зимовий випас є хорошим інструментом для цього. Протягом цього сезону швидкість росту травостою, кількість травостою та споживання травостою нижчі, ніж зазвичай. Як наслідок, добавки є більш необхідними для забезпечення харчових потреб молочних корів, ніж протягом будь-якого іншого сезону [28]. Вплив продуктивності та вмісту молока з ДНА у великої рогатої худоби в осінній період таблиця 4.

Таблиця 4

**Вплив ДНА на продуктивність та вміст молока
у великої рогатої худоби протягом зими**

Варіант дослідження	Результат	Посилання
Збільшення ДНА	Не встановлено впливу на молочну продуктивність на початку і середині лактації	Ruiz- Albarran et al., (2016)
Зменшення ДНА	Зменшення надоїв	Pérez-Prieto et al., (2011)
Збільшення споживання пасовищного корму	Молочна продуктивність зростає	Perez-Prieto et al., (2010)
Випас низьких травостоїв у вегетативній фазі	Зростає рівень молочної сечовини (MUN), при високій пропозиції пасовищного корму	Ruiz-Albarran et al., (2016)

Відсутність мінливості вмісту молочного білка в різних варіантах досліджень пов'язана у відсутності варіації у енергозабезпеченні тварин. Збільшене споживання сирого протеїну із травостою, спричинене випасанням на низьких травостоях у вегетативному стані, могло призвести до перевищеної кількості азоту сечовини молока (MUN), виявленого у варіантах із високою пропозицією пасовищного корму. Згідно з попередніми дослідженнями Schobitz et al., загопи, які випасалися за умови високої пропозиції пасовищного корму, містили більше відмерлого травостою, ніж загопи, які випасалися при низькій пропозиції пасовищного корму [30, с. 252]. Визначення концентрації метаболітів у крові є індикатором балансу між спожитими поживними речовинами та фактичними потребами в енергії та білках. У результаті дослідження Ruiz-Albarran et al. причиною підвищення концентрації метаболітів у плазмі крові є абсорбція бутирату з рубця, пов'язана із вмістом масляної кислоти в раціоні із силосної добавки. Надлишок аміаку в рубці потрапляє в кровотік і перетворюється в печінці на сечовину, що призводить до високого вмісту сечовини в плазмі або молоці. Референтний інтервал для концентрації сечовини в плазмі крові становить від 2,6 до 7,0 ммоль/л, що свідчить про синхронізацію енергії та білка в рубці і пов'язано з високим вмістом протеїну, що розщеплюється в раціоні [34, с. 102]. Концентрація холестерину

в плазмі зазвичай подібна у корів, які випасаються при різних рівнях пропозиції пасовищного корму, що може бути наслідком більшого синтезу ацетату та бутирату в рубці в результаті більшого споживання силосу в раціоні [26, с. 14].

Висновок. Підгодівля тварин восени та взимку збільшує споживання сухої речовини та підтримує належний рівень молочної продуктивності за умов обмеження випасу. Як правило, виробництво молока збільшується при високому рівні ДНА, але не має істотного впливу на вміст жиру в молоці. Навесні більша продуктивність молока зменшує енергетичні потреби корів на підтримання життєдіяльності, а менший вміст пропозиції пасовищного корму сприяє меншому утворенню метану в рубці.

Вироблення метану знижується влітку з підвищенням засвоюваності при високому рівні споживання пасовищного корму. Рекомендується провести експериментальні дослідження, демонструючи всі пори року, щоб усунути чинники, які можуть вплинути на результати різних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bargo F.L., Muller D., Delahoy J.E., Cassidy T.W. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 2002. № 85. P. 1777–1792.
2. Boland T.M., Hart K.J., Pierce K.M., Lynch B.M., McDonnell R., Murphy D., Kelly A.K., Kenny D.A. The effect of pre-grazing herbage mass on growth rate and methane emissions of grazing beef cattle. *J. Dairy Sci.* 2009. № 92. P. 343.
3. Claffey A., Delaby L., Boland T., Egan M. Implications of adapting autumn grazing management on spring herbage production—the effect on late lactation milk production and the subsequent response in early lactation animal performance. *Livest. Sci.* 2020. № 231. P. 103870.
4. Cottle D.J., Eckard R.J. Global Beef Cattle Methane Emissions: Yield Prediction by Cluster and Meta- Analyses. *Animal Production Science.* 2018. № 58. P. 2167–2177. <https://doi.org/10.1071/AN17832>.
5. Dini Y., Gere J., Briano C., Manetti M., Juliarena P., Picasso V., Gratton R., Astigarraga L. Methane Emission and Milk Production of Dairy Cows Grazing Pastures Rich in Legumes or Rich in Grasses in Uruguay. *Animals.* 2012. № 2. P. 288–300. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani2020288>
6. Evers, S. H., Delaby, L., Fleming, C., Pierce, K. M., Horan, B. (2021). Effect of 3 autumn pasture management strategies applied to 2 farm system intensities on the productivity of spring-calving, pasture based dairy systems. *J. Dairy Sci.* 104:6803-6819 <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19246>.
7. Hart K.J., Martin P.G., Foley P.A., Kenny D.A., Boland T.M. Effect of sward dry matter digestibility on methane production, ruminal fermentation, and microbial populations of zero grazed beef cattle. *J. Anim. Sci.* 2009. № 87. P. 3342–3350.
8. Hills J.L., Wales W.J., Dunshea F.R., Garcia S.C., Roche J.R. Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. *J Dairy Sci.* 2015 Mar. № 98 (3). P. 363–1401.
9. Hoogendoorn C.J., Holmes C.W., Chu ACP. Some effects of herbage composition, as influenced by previous grazing management, on milk production by cows grazing on ryegrass/white clover pastures. 2. Milk production in late spring/summer: Effects of grazing intensity during the preceding spring period. *Grass Forage Sci.* 1992. № 47. P. 316–325.
10. Kennedy E., O'Donovan M., Murphy J.P., Delaby L., O'Mara F.P. Effect of spring grazing date and stocking rate on sward characteristics and dairy cow production during midlactation. *J. Dairy Sci.* 2007. № 90. P. 20352046.
11. Loza C., Gere J., Orcasberro M., Casal A., Carriquiry M., Juliarena P., Ramlrez-Briebiesca E., Astigarraga L. Intake, Energy Expenditure and Methane

Emissions of Grazing Dairy Cows at Two Pre-Grazing Herbage Masses. *Open Journal of Animal Sciences*. 2021. № 11. P. 440–457. DOI: 10.4236/ojas.2021.113031.

12. Macdonald K.A., Penno J.W., Lancaster J.A.S., Roch J.R. Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *J. Dairy Sci.* 2008. № 91. P. 2151–2163.

13. Maher, J., Stakelum, G., Rath, M. Effect of daily herbage allowance on the performance of spring-calving dairy cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2003. № 42. P. 229–241.

14. McCarthy B., Delaby L., Pierce K.M., Journot F., Horan B. Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal*. 2011. № 5. P. 784–794.

15. McEvoy M. The Effect of Herbage Allowance and Concentrate Supplementation on Milk Production Performance and Dry Matter Intake of Spring-Calving Dairy Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*. 2008. Vol. 91. Is. 3. P. 1258–1269.

16. Merino V., Balocchi O., Pulido R. Effect of daily herbage allowance restriction on pasture characteristics and milk production by grazing dairy cows in spring. 2018.

17. Merino V.M., Balocchi O.A., Pulido R.G. Pasture condition and milk production by grazing dairy cows as affected by daily herbage-allowance restriction. *Anim. Prod. Sci.* 2019. № 59. P. 1510–1519. DOI: 10.1071/AN17425

18. Merino V., Balocchi O., Rivero M., Pulido R. Short-term effect of Daily Herbage Allowance Restriction on Pasture Condition and the Performance of Grazing Dairy Cows during Autumn. 2019.

19. Munoz C., Letelier P.A., Ungerfeld E.M., Morales J.M., Hube S., Perez-Prieto L.A. Effects of pre-grazing herbage mass in late spring on enteric methane emissions, dry matter intake, and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2016. № 99. P. 7945–7955.

20. Nichols K., Dijkstra J., van Laar H., Pacheco S., van Valenberg H.J., Bannink A. Energy and nitrogen partitioning in dairy cows at low or high metabolizable protein levels is affected differently by postpartum glucogenic and lipogenic substrates. *J. Dairy Sci.* 2019. Jan. № 102 (1). P. 395–412.

21. O'Donnell Shallo L., Butler A.M., Horan B. A survey of opportunities and limitations of Irish dairy farmers. *J. Farm Manage.* 2008. № 13. P. 1–15.

22. O'Donovan M., Connolly J., Dillon P., Rath M., Stakelum G. Visual assessment of herbage mass. *Irish Journal of Agricultural Research*. 2002. № 41. P. 201–211.

23. O'Donovan M., Dillon P., Rath M., Stakelum G. A comparison of four methods of herbage mass estimation. *Irish Journal of Agricultural Research*. 2002. № 41. P. 17–27.

24. Perez-Prieto L., Peyraud J.L., Delagarde R. Pasture intake, milk production and grazing behaviour of dairy cows grazing low-mass pastures at three daily allowances in winter. *Livestock Science*. 2010. № 137. P. 151–160.

25. Perez-Prieto L. A., Gonzalez-Verdugo H., Munoz C. Effect of grazing rotation length on milk production and composition of dairy cows strip-grazing at the same herbage allowance during a dry summer. *Livestock Science*. 2018. Vol. 214. P. 259–264.

26. Provido J.A.P., Purnamasari L., Dela-Cruz F.J. Performance of Dairy Cows during Different Seasons with Daily Herbage Allowance: A Review. *Jambura Journal of Animal Science*. 2022. № 5 (1). P. 9–19.

27. Romera A.J., Gregorini P., Beukers P.C. Technical note: A simple model to estimate changes in dietary composition of strip-grazed cattle during progressive pasture defoliations. *Journal of Dairy Science*. 2010. № 93 (7). P. 3074–3078.

28. Ruiz-Albarrán M., Balocchi O.A., Noro M., Wittwer F., Pulido R. Effect of increasing pasture allowance and grass silage on animal performance, grazing behavior and rumen fermentation parameters of dairy cows in early lactation during autumn. *Livest. Sci.* 2012. № 150. P. 407–413. DOI: 10.1016/j.livsci.2012.09.023.

29. Ruiz-Albarran M., Balocchi O., Wittwer F., Pulido R. Milk production, grazing behavior and nutritional status of dairy cows grazing two herbage allowances during winter. *Chil. J. Agric. Res.* 2016. № 76. 34–39.
30. Schobitz J., Ruiz-Albarran M., Balocchi O.A., Wittwer F., Noro M., Pulido R.G. Effect of increasing pasture allowance and concentrate supplementation on animal performance and microbial protein synthesis in dairy cows. *Archivos de Medicina Veterinaria.* 2013. № 45. P. 247–258.
31. Stakelum G., Maher J., Rath M. Effects of daily herbage allowance and stage of lactation on the intake and performance of dairy cows in early summer. *Irish Journal of Agricultural and Food Research.* 2007. № 46 (1). P. 47–61.
32. Stakelum G., Dillon P. The effect of grazing pressure on rotationally grazed pastures in spring/early summer on subsequent sward characteristics. *Irish Journal of Agricultural and Food Research.* 2007. № 46. P. 15–28.
33. Wims C.M. Effect of pregrazing herbage mass on methane production, dry matter intake, and milk production of grazing dairy cows during the mid-season period. 2010. Vol. 93. Is. 10. P. 4976–4985.
34. Wittwer, F. Manual de patologia clínica veterinaria. 2ª ed. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2012. 200 p.
35. Zubieta A.S., Savian J.V., de Souza Filho W., Wallau M.O., Gomez A.M., Bindelle J., de Faccio Carvalho P.C. Does Grazing Management Provide Opportunities to Mitigate Methane Emissions by Ruminants in Pastoral Ecosystems? *Science of the Total Environment.* 2020. № 754. Article ID. P. 142029.

УДК 636.086:639.3.043:597.551.411

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.33>

ЕНЕРГЕТИЧНА ПОЖИВНІСТЬ ТА ПЕРЕТРАВНІСТЬ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН СОЄВОГО ФЕРМЕНТОВАНОГО ШРОТУ EP500 ДЛЯ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*)

Вознюк Р.Р. – аспірант кафедри годівлі тварин та технологія кормів імені П.Д. Пшеничного,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сичов М.Ю. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено результати досліджень щодо визначення енергетичної поживності та перетравності поживних речовин соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). З метою встановлення можливості використання ферментованого соєвого шроту EP500 у годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) було проведено фізіологічний дослід, за методом інертних речовин, основний період якого тривав 10 діб. Інертною речовиною слугував лігнін, який не перетравлюється та не засвоюється організмом риби.

Для досліджу було відібрано 20 голів (10 самок – 10 самців) молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) середньою масою 500 г., які були вирощені в лабораторних умовах. Зрівняльний період тривав 7 днів під час якого рибу годували вручну 2 рази на добу (зранку і ввечері) виключно ферментованим соєвим шротом EP500. Контроль за поїданням корму проводився візуально. Дослідних риб утримували в скляному акваріумі об'ємом 100 літрів, який оснащений системою механічної, біологічної, та бактеріологічної фільтрації.

Під час проведення дослідження було визначено вміст лігніну в ферментованому соєвому шроті EP500, який становив 1,36 % в сухій речовині, а в екскрементах – 5,85 % в сухій речовині.

Було встановлено, що коефіцієнт перетравності сирого протеїну в ферментованому соєвому шроті EP500 становить – 89,6 %, жиру – 91,74 %, клітковини – 20,1 % та БЕР – 71,1 %.

Також було проведено розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Обрахунки проводилися з використанням коефіцієнтів для розрахунку фізіологічної калорійності кормів у риб за Філіпсом та Щербиною. В результаті було встановлено, що рівень обмінної енергії в ферментованому соєвому шроті EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) становить – 10,8 МДж/кг за Філіпсом, та 13,2 МДж/кг за Щербиною. При цьому рівень перетравної енергії становить 14,7 МДж/кг.

Ключові слова: ферментований соєвий шрот, кларієвий сом (*Clarias gariepinus*), перетравність поживних речовин, обмінна енергія, EP500, лігнін.

Vozniuk R.R., Sychov M.Yu. Energy and nutrient digestibility of fermented soybean meal EP500 for clary catfish (*Clarias Gariepinus*)

The article presents the results of research on the determination of the energy content and digestibility of nutrients of soybean fermented meal EP500 for clary catfish (*Clarias gariepinus*). In order to establish the possibility of using fermented soybean meal EP500 in annual clary catfish (*Clarias gariepinus*), a physiological experiment was conducted using the method of inert substances, the main period of which lasted 10 days. lignin, which cannot be digested and assimilated by the fish organism, served as an inert substance.

For the study, 20 heads (10 females – 10 males) of young clary catfish (*Clarias gariepinus*) with an average weight of 500 g, which were grown in laboratory conditions, were selected. The equalization period lasted 7 days, during which the fish were fed by hand 2 times a day (morning and evening) with the help of fermented soybean meal EP500. Control over feed was carried out visually. Experimental fish were kept in a glass aquarium with a volume of 100 liters, which is equipped with a system of mechanical, biological and bacteriological filtration.

During the research, the content of lignin in the fermented soy solution EP500 was found, which was 1.36 % in dry matter, and in excrement – 5.85 % in dry matter.

It was established that the tolerance coefficient of crude protein in fermented soybean meal EP500 is 89.6 %, fat is 91.74 %, fiber is 20.1 %, and BER is 71.1 %.

The energy nutrition of fermented soybean meal EP500 for clary catfish (*Clarias gariepinus*) was also calculated. The calculations were carried out using the coefficients for calculating the physiological caloric content of feed in fish according to Phillips and Shcherbina. As a result, it was established that the level of exchangeable energy in fermented soybean meal EP500 for clary catfish (*Clarias gariepinus*) is 10.8 MJ/kg in Phillips, and 13.2 MJ/kg in Shcherbin. At the same time, the level of digestible energy is 14.7 MJ/kg.

Key words: fermented soybean meal, clary catfish *Clarias gariepinus*, digestibility of nutrients, exchangeable energy, EP500, lignin.

Постановка проблеми. В порівнянні з іншими секторами виробництва кормів для тварин, вартій уваги сектор аквакультури, із за його швидкого розвитку [7, с. 112]. Слід зазначити, що кожна третя риба яку споживає людина, є продуктом індустріальної аквакультури. Штучне вирощування риби залежить від багатьох факторів, головним з яких є вартість кормів. На даний час, більше 60 % в собівартості вирощеної риби, припадає на корми. Відомо, що найдорожчим компонентом комбікорму є протеїн, основним джерелом якого є рибне борошно, в якому міститься високий рівень сирого протеїну, та відсутні антипоживні речовини. Його кількість в комбікормі для мирних риб становить близько 30–40 %, а для хижих, – більше 40 % [3, с. 164]. Однак, із за зниження диких популяцій риб, які є сировиною для виготовлення рибного борошна, та підвищення попиту на нього, зростає і ціна даного продукту [9, с. 770]. Таким чином, є потреба в пошуку альтернативних джерел протеїну для заміни рибного борошна в комбікормах для риб, одними з яких, є рослинні білкові інгредієнти [6, с. 551; 8, с. 1]. Рослинні компоненти є відносно дешевшими у порівнянні з рибним борошном, але кількість

введення в комбікорм для риб є обмеженою, через високий рівень клітковини та наявність антипоживних факторів, які знижують засвоюваність корму [1, с. 1068].

Одним із джерел рослинного протеїну є соєвий шрот – продукт ферментований молочнокислими бактеріями (*Enterococcus faecium* (NCIMB 10415)). Даний продукт, містить метаболіти ферментації у тому числі молочну кислоту, а також містить молочнокислі бактерії, які стабілізують кишковий мікробіом. Процес ферментації соєвого шроту забезпечив високу засвоюваність поживних речовин продукту за рахунок зниження рівня антипоживних речовин. Ферментований соєвий шрот допомагає підтримувати здоровий та функціональний стан кишечника і характеризується наступним хімічним складом: сирий протеїн – 50,5 %, сирий жир – 2,0 %, сира зола – 6,5 %, сира клітковина – 3,5 %, а також вміст молочної кислоти – 6 %, та молочно-кислих бактерій (*Enterococcus faecium*) > 10⁶ КУО/г.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження Z.A. Kari та ін., показало, що при заміні 50 % рибного борошна на соєвий шрот, що був ферментований кисломолочними бактеріями *Lactobacillus acidophilus*, значно покращилися прирости і стан здоров'я кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Ця риба мала найбільшу живу масу на кінець досліду 397,66 ± 3,52 г (p < 0,05). При цьому перетравність протеїну становила 92,33 ± 2,19 % [4, с. 1].

У своїх дослідженнях Hang Yang та ін., визначили, що при вирощуванні великоротого окуня (*Micropterus salmoides*), в раціоні якого містилося 350 г/кг рибного борошна, соєвий ферментований шрот, може замінити до 100 г/кг рибного борошна шляхом включення 150 г/кг даного продукту без істотних змін в показниках живої маси, та коефіцієнті конверсії корму (P > 0,05) [5, с. 2]. Також, Azarm, H.M. та ін., при вивченні росту молоді далекосхідного морського карася (*Acanthopagrus schlegeli*) встановив, що за рахунок соєвого шроту, який був ферментований *Bacillus subtilis*, та із додаванням синтетичного метіоніну, лізину та таурину, можна замінити до 40 % рибного борошна в раціоні даних риб без суттєвого впливу на кінцеву живу масу, питому швидкість росту та вгодованість риби (P > 0,05) [2, с. 994].

X.F. Liang та ін. в дослідженнях на японському сібасі (*Lateolabrax japonicus*) довели, що ферментований соєвий шрот, виготовлений за технологічній лінії Yin-Hua Biological Technology Co., Ltd., Guang Dong, China, з додаванням мікробних штамів, може замінити 25 % рибного борошна в комбікормі без шкоди для здоров'я риби, за рахунок зниження антипоживних речовин в порівнянні зі звичайним соєвим шротом. Також в ході дослідження вчені встановили, що за 8 тижнів проведення досліду, сібас пристосувався до споживання корму, в якому було замінено 50 % рибного борошна на соєвий ферментований шрот [11, с. 1].

Мета досліджень – встановити перетравність поживних речовин та енергетичну поживність соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*).

Матеріал та методика дослідження. З метою встановлення можливості використання ферментованого соєвого шроту EP500 у годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) було проведено фізіологічний дослід, за методом інертних речовин.

Для досліду було відібрано 20 голів (10 самок – 10 самців) молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) середньою масою 500 г, які були вирощені в лабораторних умовах. Зрівняльний період тривав 7 днів під час якого рибу годували вручну 2 рази на добу (зранку і ввечері) виключно ферментованим соєвим шротом EP500. Контроль за поїданням корму проводився візуально. Дослідних риб утримували в скляному акваріумі об'ємом 100 літрів, який оснащений системою механічної, біологічної, та бактеріологічної фільтрації.

Дослідних риб утримували в скляному акваріумі об'ємом 100 літрів, які оснащені системою механічної, біологічної, і бактеріологічної фільтрації. Температура води підтримувалась в межах 28,0–28,2 °С, за рахунок побутового нагрівача повітря. Гідрохімічний контроль води проводився двічі на добу при якому визначали: рівень рН та температуру води, рівень NH_3 та NH_4 , NO_2 , NO_3 . Рівень рН визначали за допомогою лабораторного рН-метра моделі SX-620, температуру – електронним термометром, рівень NH_3 та NH_4 , NO_2 , NO_3 – набором ліцензійних тестів контрольно якості води торгової марки Ptero.

Добова даванка корму становила 3 % від загальної маси риби, до повного його поїдання.

Сосвий ферментований шрот EP500 має світло-жовтий колір, та був виготовлений на основі HiPro сої і ферментований кисломолочними бактеріями (*Enterococcus faecium*), на потужностях компанії ТОВ «Європейський протеїн Україна» смт. Рокитне, Київської області, Україна. Екструдуванням з подальшим виготовленням гранул підвищеної водостійкості проведено в компанії “Shencop LLC”, Фастівський район, Київської обл., Україна.

Під час проведення досліду, основний період якого становив 10 днів, проводився відбір екскрементів шляхом натискання на черевце риби в сторону анального отвору. Перед цим, рибу виловлювали з акваріуму і ретельно витирали, паперовими серветками в зоні анального отвору, щоб уникнути потрапляння води. Екскременти збирали у пронумеровані чашки Петрі. Забір зразків проводився раз у 2 дні. Для цього, за 8 годин по початку відбору зразків проводилась годівля риби. Після проведення маніпуляцій, рибу не годували. В день, коли маніпуляцій з рибою не проводили, рибу годували двічі на день (зранку і ввечері).

Після відбору екскрементів зразки переносили в фарфорові чашки і висушували при температурі 65 °С. Висушені зразки зберігали у пластикових емкостях у темному місці.

Визначення хімічного складу шроту та екскрементів проводились в лабораторії кафедри годівлі тварин та технології кормів Національного університету біоресурсів та природокористування України за класичним арбітражним методом. Визначення амінокислотного складу ферментованого соєвого шроту EP500 проводився в ТОВ ЕЦ «Біолайтс». Дослідження проводилось на аналізаторі амінокислот SYKAM в якому застосовується іонообмінна колонка. За методом ДСТУ ISO 13903:2009. Метод визначення вмісту амінокислот.

Результати досліджень. Дослідженнями було визначено хімічний та амінокислотний склад ферментованого соєвого шроту EP500 (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Хімічний склад ферментованого соєвого шроту EP500, г/кг

Показник	Вміст у сухій речовині	Вміст на натуральну вологу
Волога	100	
Сирий протеїн	505,0	454,5
Сирий жир	20,0	18,0
Сира клітковина	35,0	31,5
Сира зола	65,0	58,5
Кислотно-детергентний лігнін	13,6	11,3
Кальцій	2,6	2,3
Фосфор	7,2	6,5

Таблиця 2
**Амінокислотний склад ферментованого соєвого шроту EP 500
 в перерахунку на суху речовину, г/кг**

Показник	Вміст	Показник	Вміст
Лізин	30,7	Аргінін	37,1
Метіонін	7,2	Лейцин	13,9
Метіонін+цистин	14,3	Валін	40,7
Треонін	21,5	Фенілаланін	25,1
Триптофан	7,0	Тірозин	27,3
Ізолейцин	23,9	Гістидин	18,3

Визначення перетравності поживних речовин ферментованого соєвого шроту EP500 проводили методом інертних речовин, у якості індикатора був використаний лігнін, вміст якого у ферментованому соєвому шроті EP500 був на рівні 1,36 % в сухій речовині. Після проведення хімічного аналізу екскрементів, було встановлено, що кількість лігніну в досліджуваному продукті становив 5,85 % в сухій речовині.

При визначенні коефіцієнту перетравності (КП) поживних речовин використовується математична формула для перерахунку:

$$\text{КП} = 100 - \frac{\text{Пе}}{\text{Пк}} * \frac{\text{Ік}}{\text{Іе}} * 100 \%, \quad (1)$$

де, Пе, Пк – вміст поживних речовин в кормі та екскрементах, %;

Іе, Ік – вміст інертної речовини в кормі та екскрементах, %.

Після проведення усіх розрахунків було встановлено, що коефіцієнт перетравності сирого протеїну в ферментованому соєвому шроті EP500 становить – 89,6 %, жиру – 91,74 %, клітковини – 20,1 % та БЕР – 71,1 %.

За результатами досліджень було проведено розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Який проведено з використанням коефіцієнтів для розрахунку фізіологічної калорійності кормів у риб за Філіпсом (табл. 3).

Таблиця 3
**Розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту EP500
 за Філіпсом**

Показник	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	БЕР	Енергетична поживність 1 кг, МДж/кг
Хімічний склад EP500, г/кг	454,5	18,0	31,5	396,0	
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку валової енергії, кДж/г	18,4	39,8	17,6	17,6	
Валова енергія EP500, кДж/кг	8362,8	716,4	554,4	6969,6	16,6
Хімічний склад калу, г/кг	26,13	0,8	13,9	62,8	
Енергетична поживність калу, кДж/кг	480,8	31,8	244,6	1105,3	1,9
Перетравна енергія EP500, кДж/кг	7882,1	684,6	309,8	5864,3	14,7
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку обмінної енергії, кДж/г	16,3	33,5	6,7	6,7	
Обмінна енергія EP500, кДж/кг	7408,4	603,0	211,1	2653,2	10,9

Використання коефіцієнтів фізіологічної калорійності за Філіпсом є широко поширене, але у нього є певні недоліки. Дані коефіцієнти є застарілими і вимірюються в Ккал/г. Також, в коефіцієнтах за Філіпсом не має розділення між сирією клітковиною та БЕР, хоча ці складові корму мають різну засвоюваність і як наслідок різні енергетичні коефіцієнти. Ще одним недоліком є відсутність коефіцієнтів фізіологічної калорійності для екструдованих кормів, хоча відомо, що екструдований корм засвоюється рибою ефективніше (табл. 4).

Таблиця 4

Розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту EP500 за Щербиною

Показник	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	БЕР	Енергетична поживність 1 кг, МДж/кг
Хімічний склад EP500, г/кг	454,5	18,0	31,5	396,0	–
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку валової енергії, кДж/г	18,4	39,8	17,6	17,6	–
Валова енергія EP500, кДж/кг	8362,8	716,4	554,4	6969,6	16,6
Хімічний склад калу, г/кг	26,13	0,8	13,9	62,8	–
Енергетична поживність калу, кДж/кг	480,8	31,8	244,6	1105,3	1,9
Перетравна енергія EP500, кДж/кг	7882,1	684,6	309,8	5864,3	14,7
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку обмінної енергії, кДж/г	14,7	35,8	8,8*	14,1*	–
Обмінна енергія EP500, кДж/кг	6694,8	644,0	276,9	5567,8	13,2

Примітка: * – для екструдованих кормів.

Тому, було вирішено провести розрахунки по коефіцієнтам фізіологічної калорійності кормів за Щербиною, які є більш сучасними, і враховують усі недоліки, які виникають при використанні коефіцієнтів фізіологічної поживності кормів за Філіпсом.

Висновки. 1. В дослідях на кларієвому сомі (*Clarias gariepinus*) було встановлено, що коефіцієнти перетравності поживних речовин ферментованого соєвого шроту EP500 мають наступні рівні: сирий протеїн – 89,6, сирий жир – 91,74, сира клітковина – 20,1, БЕР – 71,1.

2. Вміст обмінної енергії в ферментованому соєвому шроті EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) становить – 10,8 МДж/кг за Філіпсом, та 13,2 МДж/кг за Щербиною. При цьому рівень перетравної енергії становить 14,7 МДж/кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. An evaluation of replacing fishmeal with rapeseed meal in the diet of pseudobagrus ussuriensis : growth, feed utilization, nonspecific immunity, and growth-related gene expression / X.-Y. Bu et al. *Journal of the world aquaculture society*. 2017. Vol. 49. № 6. P. 1068–1080. URL: <https://doi.org/10.1111/jwas.12470> (date of access: 12.08.2023).
2. Azarm H. M., Lee S.-M. Effects of partial substitution of dietary fish meal by fermented soybean meal on growth performance, amino acid and biochemical parameters of juvenile black sea bream *Acanthopagrus schlegeli*. *Aquaculture research*. 2012. Vol. 45. № 6. P. 994–1003. URL: <https://doi.org/10.1111/are.12040> (date of access: 12.08.2023).

3. Daniel N. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. *International journal of fisheries and aquatic studies*. 2018. Vol. 6. № 2. P. 164–179.
 4. Effect of fish meal substitution with fermented soy pulp on growth performance, digestive enzyme, amino acid profile, and immune-related gene expression of African catfish (*Clarias gariepinus*) / Z. A. Kari et al. *Aquaculture*. 2022. Vol. 546. P. 737418. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737418> (date of access: 12.08.2023).
 5. Effects of replacing fish meal with fermented soybean meal on the growth performance, intestinal microbiota, morphology and disease resistance of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) / H. Yang et al. *Aquaculture reports*. 2022. Vol. 22. P. 100954. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100954> (date of access: 12.08.2023).
 6. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review / D. M. Gatlin et al. *Aquaculture research*. 2007. Vol. 38. № 6. P. 551–579. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x> (date of access: 12.08.2023).
 7. Food and Agriculture Organization (FAO). State of world fisheries and aquaculture: 2016. Food & Agriculture Organization, 2016. 200 p.
 8. Hardy R. W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture research*. 2010. Vol. 41. № 5. P. 770–776. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x> (date of access: 12.08.2023).
 9. Partial substitution of soybean meal with fermented soybean residue in diets for juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides* / Y. Jiang et al. *Aquaculture nutrition*. 2018. Vol. 24. № 4. P. 1213–1222. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12659> (date of access: 12.08.2023).
 10. Phillips A. M. Nutrition, digestion, and energy utilization. *Fish physiology*. 1969. P. 391–432. URL: [https://doi.org/10.1016/s1546-5098\(08\)60088-6](https://doi.org/10.1016/s1546-5098(08)60088-6) (date of access: 12.08.2023).
 11. Substitution of fish meal by fermented soybean meal affects the growth performance and flesh quality of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*) / X. F. Liang et al. *Animal feed science and technology*. 2017. Vol. 229. P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.03.006> (date of access: 12.08.2023).
-

УДК 636.2.034

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.34>

ПРОДУКТИВНІСТЬ І ПЛЕМІННА ЦІННІСТЬ КОРІВ МОЛОЧНИХ ПОРІД УКРАЇНСЬКОЇ ТА ЗАРУБІЖНОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Голубенко Т.Л. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі,

Вінницький національний аграрний університет

Чудак Р.А. – д.с.-г.н., професор,

декан факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,

Вінницький національний аграрний університет

Скоромна О.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технології виробництва,

переробки продукції тваринництва та годівлі,

Вінницький національний аграрний університет

Разанова О.П. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технології виробництва,

переробки продукції тваринництва та годівлі,

Вінницький національний аграрний університет

Огороднічук Г.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технології виробництва,

переробки продукції тваринництва та годівлі,

Вінницький національний аграрний університет

Главатчук В.А. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри технології виробництва,

переробки продукції тваринництва та годівлі,

Вінницький національний аграрний університет

Процес формування стада великої рогатої худоби здійснюється протягом декількох поколінь, ґрунтуючись на результатах селекції. Селекційно-племінна робота дозволяє з кожним наступним поколінням підвищувати продуктивність тварин на основі застосування відбору та підбору, цілеспрямованого виховування ремонтного молодняка, використання бугайів-поліпшувачів та розведення за лініями. За оцінками Держстату, виробництво молока в Україні у 2022 році склало 7,7 млн. тонн, що на 12,1% менше показника 2021 року. Сільськогосподарські підприємства демонстрували позитивнішу динаміку, в яких зниження до минулого року становить -5,3% (2,6 млн. тонн). Метою досліджень було дослідити реалізацію генетичного потенціалу корів зарубіжної та вітчизняної селекції в умовах інтенсивного виробництва. Матеріалом для дослідження були продуктивні та відтворні показники маточного поголів'я великої рогатої худоби різних молочних порід (українська чорно-ряба молочна, українська червоно-ряба молочна та джерсейська) за їх чистопородного розведення. Середній вік в отеленнях у корів джерсейської породи становив 1,87, української червоно-рябої – 1,8, що на 0,4 менше в порівнянні з українською чорно-рябою молочною породою. Середня жива маса при першому осіменінні телиць джерсейської породи становила 272 кг, української червоно-рябої – 396 кг, української чорно-рябої молочної породи – 400 кг. Заплідненість від першого осіменіння у корів джерсейської породи складала 42%, телиць – 67%, української червоно-рябої молочної породи – 42% і 72%, української чорно-рябої молочної – 40% та 70% відповідно. Інтенсивність молоковедення у корів коливається від 1,62 до 1,95 кг/хв., а за стандартом – 1,92 кг/хв. У стаді корів-первісток в основному вим'я чашиподібної форми (75–78%). Найвищі показники селекційного індекса можливі при надаях матері у 7001–8000 кг

в української чорно-рябої молочної породи – 79, червоно-рябої молочної – 28, при надоях в 8001–9000 кг – 58 для української червоно-рябої молочної та 92 – для чорно-рябої молочної. Корови селекційного ядра мають значно вище показники за молочною продуктивністю в порівнянні із стандартом по породах. Селекційне ядро сформовано в основному коровами 2 і 3 лактації. Найбільше поголів'я це корови 2 лактації.

Ключові слова: відбор, підбор, бугаї-поліпшувачі, розведення за лініями, селекційне ядро, селекційний індекс.

Holubenko T.L., Chudak R.A., Skoromna O.I., Razanova O.P., Ohorodnichuk H.M., Hlavatchuk V.A. Productivity and breeding value of cows dairy breeds of Ukrainian and foreign breeding

The process of forming a herd of cattle is carried out over several generations, based on the results of selection. Selection and breeding work allows increasing the productivity of animals with each subsequent generation based on the use of selection and selection, purposeful breeding of repair young animals, use of breeding bulls and line breeding. According to the State Statistics Service, milk production in Ukraine in 2022 amounted to 7.7 million tons, which is 12.1% less than in 2021. Agricultural enterprises demonstrated more positive dynamics, in which the decrease compared to last year is – 5.3% (2.6 million tons). The purpose of the research was to investigate the realization of the genetic potential of cows of foreign and domestic breeding in conditions of intensive production. The material for the study was the productive and reproductive indicators of the mother stock of cattle of different dairy breeds (Ukrainian black-spotted dairy, Ukrainian red-spotted dairy and Jersey) for their purebred breeding. The average age at calving in cows of the Jersey breed was 1.87, Ukrainian red-spotted cows – 1.8, which is 0.4 less compared to the Ukrainian black-spotted dairy breed. The average live weight at the first insemination of heifers of the Jersey breed was 272 kg, of Ukrainian red-and-spotted heifers – 396 kg, and of Ukrainian black-and-spotted dairy heifers – 400 kg. Fertilization from the first insemination was 42% in Jersey cows, 67% in heifers, 42% and 72% of Ukrainian red-spotted dairy breeds, 40% and 70% of Ukrainian black-spotted dairy cows, respectively. The intensity of milk production in cows varies from 1.62 to 1.95 kg/min., and according to the standard – 1.92 kg/min. In a herd of first-born cows, the udder is mostly cup-shaped (75–78%). The highest indicators of the selection index are possible with a mother's milk yield of 7001–8000 kg in the Ukrainian black-spotted dairy breed – 79, red-spotted dairy breed – 28, with a milk yield of 8001–9000 kg – 58 for the Ukrainian red-spotted dairy breed and 92 – for black – mottled dairy. Cows of the breeding core have significantly higher indicators of milk productivity compared to the breed standard. The breeding core is formed mainly by cows of the 2nd and 3rd lactations. The largest herd is cows of the 2nd lactation.

Key words: selection, selection, breeding bulls, line breeding, selection core, selection index.

Постановка проблеми. Молочне скотарство займає одне з основних місць у забезпеченні продовольчої безпеки України. Розвиток потужного скотарства ідеально підходить до широкого використання цільового світового генофонду тварин. У сучасних умовах використання інтенсивних технологій висуває підвищені вимоги до тварин молочного напрямку продуктивності. Головними факторами ефективного ведення галузі молочного скотарства є генетичний потенціал тварин, система ведення селекційно-плеїнної роботи та організація повноцінної годівлі, завдяки яким цей потенціал реалізується [2; 6; 19]. Важливу роль у підвищенні ефективності скотарства відіграють спеціалізовані породи та їх генетичний потенціал продуктивності, який визначається безліччю факторів, серед яких система селекції та оптимальна годівля. Процес формування стада великої рогатої худоби здійснюється протягом декількох поколінь, ґрунтуючись на результатах селекції [1; 3; 17]. Селекційно-плеїнна робота дозволяє з кожним наступним поколінням підвищувати продуктивність тварин на основі застосування відбору та підбору, цілеспрямованого вирощування ремонтного молодняку, використання бугаїв-поліпшувачів та розведення за лініями. Продуктивність тварин визначається складною взаємодією спадковості і умов зовнішнього середовища. Спадковість визначає, а умови життя здійснюють розвиток організму [4; 7; 18]. Мінливість головних ознак молочної продуктивності характеризується наступними показниками:

удій – 20–30 %, вміст жиру в молоці – 4–10 %, білка – 3–9 %. Коефіцієнти успадкування рівня надою становлять 10–30 %, жирності молока – 50–80 %, білковості – 40–70 %, живої маси – 30–50 %. Ці відмінності обумовлені як спадковістю, так і впливом зовнішніх умов, інтенсивністю відбору, типом підбору, генеалогічної структурою стада та іншими причинами [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтенсифікація молочного скотарства вимагає якісного вдосконалення тварин, яке досягається шляхом селекційно-племінної роботи. Тварини з низьким генетичним потенціалом продуктивності не виправдовують засобів, що вкладаються в їх отримання та експлуатацію. Тому одним з найважливіших завдань є постійна робота з підвищення продуктивних і племінних якостей як порід, так і ліній худоби [8; 16].

За оцінками Держстату, виробництво молока в Україні у 2022 році склало 7,7 млн тонн, що на 12,1 % менше показника 2021 року. Сільськогосподарські підприємства демонстрували позитивнішу динаміку, в яких зниження до минулого року становить –5,3 % (2,6 млн тонн). Розрахунково, пропозиція сирого молока від сільськогосподарських підприємств у грудні оцінювалась майже на рівні грудня 2021 року [5].

Попри війну та блокування морських портів у 2022 році Україна експортувала молочної продукції на 344,6 млн дол., що на 39 % більше, ніж у 2021 році. Цьому слугувало декілька причин: по-перше, це сприяння європейської спільноти у лібералізації торгівлі між Україною та ЄС, по-друге, високі світові ціни на молочні продукти впродовж перших трьох кварталів року, по-третє, конкурентність української молочної продукції на європейському ринку у літньо-осінній період [12].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Рентабельність виробництва молока можна забезпечити за рахунок реалізації генетичного потенціалу молочної худоби. З цією метою більшість господарств переходять на інтенсивний метод ведення молочного скотарства. Сьогодні одним із основних завдань є якісне перетворення тваринництва, створення високопродуктивних стад худоби [9; 14; 20]. Використання кращого генетичного матеріалу забезпечить розвиток перспективних ліній. Поліпшення селекційних стад великої рогатої худоби молочного напрямку племінних сільськогосподарських підприємствах можливе за рахунок використання імпоротної сперми бугаїв-плідників нових генерацій. Удосконалення породи для підвищення продуктивності залежить, головним чином, від якості первісток, які будуть вводитись у стадо. Відібрані для подальшого використання тварини повинні бути кращими і за походженням, і за молочною продуктивністю [13; 15].

Постановка завдання. Дослідити реалізацію генетичного потенціалу корів зарубіжної та вітчизняної селекції в умовах інтенсивного виробництва.

Виклад основного матеріалу. Матеріалом для дослідження були продуктивні та відтворні показники маточного поголів'я великої рогатої худоби різних молочних порід (українська чорно-ряба молочна, українська червоно-ряба молочна та джерсейська) за їх чистопородного розведення. Молочну і племінну цінність корів оцінювали за показниками відтворення маточного поголів'я залежно від породи. Оцінювали корів-первісток за формою вимені та інтенсивністю молоковіддачі. Проводили оцінку впливу бугаїв-поліпшувачів на молочну продуктивність корів та на генетичний потенціал селекційного ядра.

Агропромислове науково-виробниче підприємство «Візит» Вінницької області займається розведенням великої рогатої худоби молочних порід: джерсейська, українська червоно-ряба молочна, українська чорно-ряба молочна.

Корови молочного напрямку продуктивності української та зарубіжної селекції за живою масою переважали стандарт по визначеній породі (табл. 1).

Таблиця 1

Показники відтворення маточного поголів'я залежно від породи

Показник	Порода		
	джерсейська	українська червоно-ряба молочна	українська чорно-ряба молочна
Середній вік в отеленнях	1,87	1,80	2,2
Вік при 1 отеленні, міс.	23,2	24,5	24,5
Уведення первісток у стадо, %	62	68	49
Середня жива маса при першому осіменінні телиць, кг	272	396	400
Рівень заплідненості корів від першого осіменіння, %	42	42	40
Рівень заплідненості телиць від першого осіменіння, %	67	72	70

Аналізуючи показники відтворення маточного поголів'я, можна зробити висновок, що вони різняться в залежності від породних особливостей тварин. Так, середній вік в отеленнях у корів джерсейської породи становив 1,87, української червоно-рябої – 1,8, що на 0,4 менше в порівнянні з українською чорно-рябою молочною породою.

Відсоток уведення первісток у стадо джерсейської породи склав 62 %, української червоно-рябої молочної – 68 %, української чорно-рябої молочної – 49 %. При цьому середня жива маса при першому осіменінні телиць джерсейської породи становила 272 кг, української червоно-рябої – 396 кг, української чорно-рябої молочної породи – 400 кг.

Заплідненість від першого осіменіння у корів джерсейської породи склала 42 %, телиць – 67 %, української червоно-рябої молочної породи – 42 % і 72 %, української чорно-рябої молочної – 40 % та 70 % відповідно.

Значна увага у технологічному процесі виробництва молока приділяється підготовці нетелей до отелу, роздоюванню корів-первісток, оцінці їх продуктивних якостей та відбору за рівнем розвитку господарських ознак першої лактації. Особливу увагу при проведенні оцінки господарсько-корисних ознак звертають на стан молочної залози та її розвиток, швидкість молоковіддачі [10]. Проведені дослідження свідчать про певну залежність індексу вимені та швидкості молоковіддачі від віку тварин та породи. Вплив вікових та породних особливостей корів на формування індексу вимені наведено у таблиці 2.

У корів джерсейської породи 48 % оцінених тварин мають інтенсивність молоковіддачі в межах 1,5–1,79 кг/хв і лише 8 % – 2,20 кг/хв. В українській червоно-рябій молочній породі 65 % оцінених корів з інтенсивністю молоковіддачі 1,8–2,19 кг/хв і 10 % – 1,5–1,79 кг/хв, в українській чорно-рябій молочній породі 59 % це корови з інтенсивністю молоковіддачі 1,8–2,19 кг/хв і лише 4 % – до 1,5 кг/хв. Інтенсивність молоковиведення у корів коливається від 1,62 до 1,95 кг/хв., а за стандартом – 1,92 кг/хв. У стаді корів-первісток в основному вим'я чашоподібної форми (75–78 %).

Таблиця 2

Характеристика корів-первісток молочних порід за формою вимені та інтенсивністю молоковіддачі

Показник	Порода		
	джерсейська	українська червоно-ряба молочна	українська чорно-ряба молочна
Поголів'я корів з інтенсивністю молоковіддачі, % до 1,5	15	–	4
1,5–1,79	48	10	18
1,8–2,19	29	65	59
2,20 і вище	8	25	19
Середня інтенсивність молоковіддачі, кг/хв	1,62	1,98	1,95
Форма вимені:			
ванноподібна	25	22	25
чашоподібна	75	78	75

Поновлення і заміна тварин у стаді залежать від інтенсивності їхнього господарського використання, плодючості, плану поновлення стада, рівня годівлі, умов утримання і догляду, продуктивності та породності, рівня й напрямку племінної роботи. Чим інтенсивніший відбір, тим швидше і в більшій кількості проводиться оновлення поголів'я, й тому успішнішою буде і племінна робота. Проте, це лише за умови, що молоді ремонтні тварини, які надходять для заміни вилучених із стада, повинні за спадковими показниками переважати тих особин, яких вони замінюють. Корів джерсейської породи вибраковують із основного стада у віці 45 місяців, й основними причинами вибуття тварин є низька продуктивність, відтворювальна здатність і різні хвороби. Корів з низькою продуктивністю вибраковують 28,6%, низькою відтворювальною здатністю – 14,3%. Через хвороби найбільше тварин замінюють через гінекологічні захворювання в українській червоно-рябій молочній породі – 16,7%, найнижчий показник захворювання вимені у корів української чорно-рябої молочної породи – 3,8%, при цьому породи української селекції мають показник на рівні – 8,2–8,5%. Корів української червоно-рябої молочної породи вибраковують у дещо старшому віці (65 місяців) і це в основному через низьку продуктивність та відтворювальну здатність, гінекологічні хвороби та хвороби кінцівок – по 16,7% на кожну.

Останні роками в селекції сільськогосподарських тварин зростає кількість ознак, за якими необхідно одночасно проводити відбір, що зумовило необхідність використання простих і складних індексів. На цю систему оцінки племінних тварин країни Європи перейшли ще у кінці минулого століття. Теоретично, чим більший СІ, тим продуктивнішим буде потомство. Проте, це відбувається не завжди, тому що на рівень відхилення від «стандарту порівняння» впливають не лише генетичні чинники, але й фактори зовнішнього середовища (рівень годівлі тварин, технологія утримання, процес доїння). Саме тому не слід очікувати, що плідник з найвищим показником СІ дасть потомство такої ж якості. Вплив бугаїв-поліпшувачів на молочну продуктивність корів різної селекції відображається у таблиці 4.

Таблиця 3

Характеристика причин вибуття із основного стада

Група тварин	У тому числі за причин, %							Середній вік вибуття тварин, міс.
	низька		захворювання					
	продуктивність	відтворювальна здатність	гінекологічні	вимені	кінцівки	інші	усього	
Джерсейська порода								
Корови	28,6	14,3	11,4	8,5	18,9	18,3	100	45
Із них первістки	33,1	15,6	10,6	8,4	20,9	11,4	100	35
Українська червоно-ряба молочна порода								
Корови	16,7	16,7	16,7	8,2	16,7	25,0	100	64
Із них первістки	–	–	33,3	–	33,3	33,4	100	35
Українська чорно-ряба молочна порода								
Корови	30,2	18,9	11,3	3,8	16,9	18,9	100	54,2
Із них первістки	14,3	7,1	28,6	7,2	21,4	21,4	100	35

Таблиця 4

Вплив бугаїв-поліпшувачів на молочну продуктивність корів різної селекції

Надій корови-матері за найвищу лактацію, кг	Селекційний індекс батька (СІ)		
	джерсейська	українська червоно-ряба молочна	українська чорно-ряба молочна
	+501...+1000	+501...+1000	+1001...+1500
5001–6 000	420	–	–
6001–7 000	446	6	–
7001–8 000	42	28	79
8001–9 000	2	58	92
9001–10 000	–	4	12

Селекційний індекс батька бугая-поліпшувача за надоям корови-матері 5001–6000 кг у джерсейської породи становить 420, при надої в 6001–7000 кг молока – 446. Надалі селекційний індекс значно нижчий при підвищенні надоїв матері. Вплив бугаїв-поліпшувачів української селекції мають дещо менший вплив на майбутню продуктивність дочок. Найвищі показники селекційного індекса можливі при надоях матері у 7001–8000 кг в української чорно-рябої молочної породи – 79, червоно-рябої молочної – 28, при надоях в 8001–9000 кг – 58 для української червоно-рябої молочної та 92 – для чорно-рябої молочної.

Генетичний потенціал селекційного ядра визначає майбутню продуктивність тварин основного стада, тому що тут знаходяться корови, від яких планують одержувати ремонтний молодняк. У племінних господарствах серед корів цієї групи відбирають кращих за походженням, типом і продуктивністю (табл. 5).

Таблиця 5

Генетичний потенціал селекційного ядра

Ідентифікаційний номер корови-рекордистки	Кличка та ідентифікаційний номер батька	Лактація	Надій, кг	Вміст та кількість			
				МОЛОЧНОГО жиру		МОЛОЧНОГО білка	
				%	кг	%	кг
1	2	3	4	5	6	7	8
Джерсейська порода							
DK 5092807352	Lari 304158	2	8324	5.74	477	4.0	333
DK 3161902954	Role 304274	2	7950	5.74	456	4.1	323
DK 5919701512	Samson 304415	2	7770	5.78	449	4.12	320
DK 144404684	Adel 3042 3044861	2	7430	5.96	442	4.12	306
DK 3558206840	Klov 304276	2	7640	6.15	369	4.10	306
DK 5256903261	Lesten 304255	2	8126	5.75	467	4.0	325
DK 5127803577	Mojn 304298	2	7876	5.85	460	4.12	324
DK 1471703285	Lasky 304566	2	7820	5.91	462	4.14	323
Стандарт по породі за 2 лактацію		2	3300		165		122
DK 1063505665	Hitman 304254	3	7540	5.8	437	4.15	313
DK 5955105770	Lari 304158	3	7680	5.83	447	4.1	314
Стандарт по породі за 3 лактацію		3	3600		180		133
Українська червоно-ряба молочна порода							
UA 8014480801	Дівер Ред 354550	2	9143	3,66	334	3,05	279
UA 8014590456	Таблет Ред 005236632179	2	8850	3,80	336	3,20	283
Стандарт по породі за 2 лактацію		2	3600		133		119
UA 8013748061	Лоліпан Ред 005290527473	3	9654	3,65	352	3,07	296
UA 8014406142	Г.Б.Аттіко Ет Ред 108490894	3	9420	3,61	340	3,08	290
UA 8014629855	Таблет Ред 005236632179	3	9780	3,68	360	3,05	298
UA 8014406124 Муся	Г.Б.Аттіко Ет Ред 108490894	3	8955	3,95	354	3,2	287
Стандарт по породі за 3 лактацію		3	4000		148		132
Українська чорно-ряба молочна порода							
UA 8012900064	В.Мартіні Ет 66521490	2	9450	3,65	345	3,18	301
UA 8013361378	В.Мартіні Ет 66521490	2	9141	3,91	357	3,21	293
Стандарт по породі за 2 лактацію		2	3800		137		122

Закінчення таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8
UA 8013748189	Б.Бігшот Ет 62207155	3	9550	3,87	370	3,3	315
UA 8014406144	Д.Ауторігі Ет Тв 65917463	3	9256	3,68	340	3,20	296
UA 8014590227	Б.Бігшот Ет 62207155	3	9834	3,85	379	3,22	317
Стандарт по породі за 3 лактацію		3	4200		151		134
UA 8013361305 Весела	В.Мартіні Ет 66521490	4	9641	3,90	376	3,24	312
Стандарт по породі за 4 лактацію		4	4200		151		134

Корови селекційного ядра мають значно вище показники за молочною продуктивністю в порівнянні із стандартом по породі. Селекційне ядро сформовано в основному коровами 2 і 3 лактації. Найбільше поголів'я це корови 2 лактації. Так, корови джерсейської породи мають показники молочної продуктивності від 7430 кг до 8324 кг при стандарті 3300 кг та за 3 лактацію 7540 -7680 кг. Корови української червоно-рябої молочної породи селекційного ядра мають надої за 2 лактацію 8850–9143 кг при стандарті 3600 кг, за 3 лактацію – 8955–9780 кг при стандарті 4000 кг. Від корів української чорно-рябої молочної породи за 2 лактацію надоєно 9141–9143 кг (стандарт – 3800 кг), за 3 лактацію – 9256–9834 кг при стандарті 4200 кг.

Висновки. Середній вік в отеленнях у корів джерсейської породи становив 1,87, української червоно-рябої – 1,8, що на 0,4 менше в порівнянні з українською чорно-рябою молочною породою. Середня жива маса при першому осіменінні телиць джерсейської породи становила 272 кг, української червоно-рябої – 396 кг, української чорно-рябої молочної породи – 400 кг. Заплідненість від першого осіменіння у корів джерсейської породи склала 42 %, телиць – 67 %, української червоно-рябої молочної породи – 42 % і 72 %, української чорно-рябої молочної – 40 % та 70 % відповідно. Інтенсивність молоковиведення у корів коливається від 1,62 до 1,95 кг/хв., а за стандартом – 1,92 кг/хв. У стаді корів-первісток в основному вим'я чашоподібної форми (75–78 %). Найвищі показники селекційного індекса можливі при надоях матері у 7001–8000 кг в української чорно-рябої молочної породи – 79, червоно-рябої молочної – 28, при надоях в 8001–9000 кг – 58 для української червоно-рябої молочної та 92 – для чорно-рябої молочної. Корови селекційного ядра мають значно вище показники за молочною продуктивністю в порівнянні із стандартом по породі. Селекційне ядро сформовано в основному коровами 2 і 3 лактації. Найбільше поголів'я це корови 2 лактації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Башенко М.І., Полупан Ю.П., Резникова Н.Л., Базишина І.В. Методи оцінки цінності генетичних ресурсів тварин. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 12. С. 5–10.
2. Берник І.М. Інноваційний підхід до одержання високоякісного молока-сировини. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 46–55.
3. Болгова Н.В. Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи різних генотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2012. Вип. 10 (20). С. 104–108.

4. Буштрук М.В. Оцінка ефекту селекції бугаїв за показниками відтворювальної здатності. *Генетика, розведення та селекція тварин: актуальні проблеми та перспективи розвитку*. 2015. С. 10–11.
5. В 2022 році в Україні вироблено 7.7 млн т молока. URL: <https://infagro.com.ua/ua/2023/02/06/v-2022-rotsi-v-ukrayini-virobleno-7-7-mln-t-moloka/> (дата звернення 23.08.2023).
6. Вплив генетичних і паратипових чинників на господарськи корисні ознаки корів / М. В. Гладій, Ю. П. Полупан, І. В. Базишина [та ін.]. *Розведення і генетика тварин*. 2014. № 48. С. 48–61.
7. Даншин В.О., Рубан С.Ю., Афанасенко В.Ю. Оцінка племінної цінності бугаїв-плідників і корів молочних порід. *Біологія тварин*. 2017. Т. 19. № 1. С. 44–53.
8. Ефіменко М.Я., Подоба Б.Е., Братушка Р.В. Перспективи розвитку української чорно-рябої молочної породи. *Тваринництво України*. 2014. № 10. С. 10–14.
9. Новгородська Н.В., Блащук В.В. Проблеми якості молока в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 1 (61). Ч. 4. С.198–207.
10. Палій А.П. Інноваційний підхід в оцінці чистоти вимені корів. *Науково-технічний бюлетень*. 2016. № 115. С. 165–169.
11. Поліщук Т.В. Взаємозв'язок і мінливість показників молочної продуктивності та відтворювальної здатності корів залежно від лактації. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 1 (104). С. 132–145.
12. Попри війну та блокування портів у 2022 році Україна експортувала молочної продукції на 39 % більше. URL: <https://ukragroconsult.com/news/popry-vijnu-tablokuvannya-portiv-u-2022-roczii-ukrayina-eksportovala-molochnoyi-produkcziyi-na-39-bilshe/> (дата звернення 23.08.2023).
13. Разанова О.П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107). Т. 2. С. 93–104.
14. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини в умовах виробництва: *Монографія*. ВНАУ, 2020. С. 5–174.
15. Ткачук В.П., Шуляр А.Л., Шуляр А.Л. Оцінка впливу генотипових та паратипових факторів на молочну продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи. *Біологія тварин*. 2016. Т. 18. № 4. С. 193.
16. Федорович С., Щербатий З., Бондар П. Вплив показників відтворної здатності на молочну продуктивність корів. *Тваринництво України*. 2014. № 2. С. 38–41.
17. Шуляр А.Л., Маліновський М.В. Формування молочної продуктивності у великої рогатої худоби. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2016. Вип. 6. С. 46–49.
18. Arango J.A., Cundiff L.V., Van Vleck L.D. Breed comparisons of Angus, Charolais, Hereford, Jersey, Limousin, Simmental, and South Devon for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score of cows. *Journal of Animal Science*. 2002. Vol. 80 (12) № 3123–32.
19. Berry D.P., Judge M.J., Evans R.D., Buckley F., Cromie A.R. Carcass characteristics of cattle differing in Jersey proportion. *Journal of Dairy Science*. 2018. Vol. 101 (12). P. 11052–11060.
20. Huson H.J., Sonstegard T.S., Godfrey J., Hambrook D., Wolfe C., Wiggans G., Blackburn H., VanTassell C.P. A Genetic Investigation of Island Jersey Cattle, the Foundation of the Jersey Breed: Comparing Population Structure and Selection to Guernsey, Holstein, and United States Jersey Cattle. *Front Genet*. 2020. Vol. 17. № 11. P. 366.

УДК 636.2.082.11

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.35>

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ СВИНЕЙ ІЗ СОЛОМ'ЯНИХ БЛОКІВ

Засуха Л.В. – к.с.-г.н., докторант,
Інститут свинарства і агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України

Ефективність свинарства залежить не тільки від збільшення виробництва валової продукції, але й отримання свинини з підвищеною харчовою якістю, яка сьогодні користується великим попитом серед населення. Отримання такої продукції, як відомо, досягається завдяки ряду технологій в традиційному і органічному свинарстві. В їх основі покладено добробут свиней, завдяки якому досягається отримання якісної продукції.

Одним із шляхів розвитку органічного свинарства є застосування легких приміщень. Але при цьому слід враховувати, що вони не захищають тварин від надмірного холоду і спеки, в результаті чого у них виникає температурний стрес.

У цьому зв'язку актуальним є розробка приміщень легкого типу придатних для утримання тварин в умовах підвищеної температури повітря.

Метою роботи було розробка способу виготовлення приміщень для свиней із солом'яних блоків, а також перевірка розробленого приміщення у виробничих умовах.

У роботі використовували зоотехнічні, аналітичні, економічно-статистичні та експериментальні методи досліджень, які ґрунтуються на методологічних основах розрахунків, системному підході до проектування і реконструкції свиноферм.

У результаті дослідження нами розроблено спосіб, згідно якого арку із солом'яних блоків формують на металевій двобалковій решітчастій арці з колесами на кінцях, у якій бокові кромки направлені в протилежні кінці. Причому, на поверхні солом'яних блоків, які з'єднуються між собою, наносять одношарове поліуретанове напилення товщиною 3–5 см, а після затвердіння піни, на внутрішню поверхню утвореної арки також наносять пінополіуретан аналогічної товщини. Після закінчення формування всіх арок на їх зовнішню і внутрішню поверхню проводять повторне поліуретанове напилення товщиною 3–5 см, яке після затвердіння, утворює суцільний футляр, що щільно облягає конструкцію і надає їй міцності. Для довговічності приміщення на поліуретановий футляр наносять фарбу, яка захищає його від ультрафіолетового випромінювання.

Розроблене приміщення для свиней із солом'яних блоків забезпечує кращі комфортні температурні умови утримання молодяку свиней впродовж відгодівельного періоду і сприяє підвищенню живої маси (на 7,15 %) і середньодобовим приростом (на 9,31 %).

Ключові слова: свині, солом'яні блоки, органічне свинарство, мікроклімат.

Zasukha L.V. Method of manufacturing premises for pigs from straw blocks

The effectiveness of pig breeding depends not only on the increase in the production of gross products, but also on receiving pork with increased food quality, which today is in great demand among the population. Receiving such products, as is known, is achieved thanks to a number of technologies in traditional and organic pig breeding. They are based on the well-being of pigs, thanks to which quality products are received.

One of the ways to develop organic pig breeding is the use of light premises. But at the same time, it should be taken into account that they do not protect animals from excessive cold and heat, as a result of which temperature stress arises in them.

In this connection, the development of light-type premises suitable for housing animals in the conditions of increased air temperature is relevant.

The purpose of the work was to develop a method of manufacturing pig premises from straw blocks, as well as to check the developed ones in production conditions.

In the work, zootechnical, analytical, economic-statistical and experimental research methods were used, which are based on the methodological basis of calculations, a systematic approach to the design and reconstruction of pig farms.

As a result of the research, we have developed a method according to which an arch made of straw blocks is formed on a metal two-beam lattice arch with wheels at the ends, the side edges of which are directed to opposite ends. Moreover, on the surface of the straw blocks that

are connected to each other, a single-layer polyurethane coating with a thickness of 3–5 cm is applied, and after the foam has hardened, polyurethane foam of a similar thickness is also applied to the inner surface of the formed arch. After the completion of the formation of all arches, their external and internal surfaces are repeatedly sprayed with polyurethane with a thickness of 3–5 cm, which, after hardening, forms a continuous case that tightly fits the structure and gives it strength. For the durability of the premise, paint is applied to the polyurethane case, which protects it from ultraviolet radiation.

The designed premise for pigs made of straw blocks provides the best comfortable temperature conditions for housing young pigs during the fattening period and contributes to an increase in live weight (by 7.15 %) and average daily gain (by 9.31 %).

Key words: pigs, straw blocks, organic pig breeding, microclimate.

Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із важливими науковим завданням. Одним із шляхів розвитку органічного свинарства є застосування легких приміщень [3; 5; 7]. Але при цьому слід враховувати, що вони не захищають тварин від надмірних холоду і спеки, в результаті чого у них виникає температурний стрес [1].

У цьому зв'язку актуальним є розробка приміщень легкого типу придатних для утримання тварин в умовах підвищеної температури повітря.

Дослідження є частиною наукової тематики відділу технології виробництва продукції свинарства Інституту свинарства і агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України і виконувалась згідно з завданням «30.02.01. Розробити нові технологічні рішення з вирощування племінних і товарних свиней із урахуванням ресурсоощадності та біоенергетичної ефективності 0116U005011».

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Ефективність свинарства залежить не тільки від збільшення виробництва валової продукції, але й отримання свинини з підвищеною харчовою якістю, яка сьогодні користується великим попитом серед населення, але на жаль повільно зростає [2]. Отримання такої продукції, як відомо, досягається завдяки ряду технологій в традиційному і органічному свинарстві. В їх основі покладено добробут свиней, завдяки якому досягається отримання якісної продукції [6].

На жаль, органічне свинарство в нашій країні практично не розвивається. Низька купівельна спроможність населення, невирішені технологічні, екологічні та ветеринарні проблеми не дозволяють інтенсифікувати виробництво органічної свинини.

Відомий спосіб будівництва приміщень із солом'яних блоків та пристрій для його здійснення. Спосіб полягає у наступному. Спочатку зводять фундамент у який замурують арматуру з різьбовим з'єднанням на вільному кінці. Далі солом'яні блоки поетапно нанизують на арматуру і по завершенні укладки вільний кінець з'єднують гайкою з дерев'яним мауерлатом. Після цього на верхній ряд солом'яних блоків укладають легкий дах. Закінчують будівництво оздобленням внутрішньої і зовнішньої сторін солом'яних стін [4].

Недоліком даного способу є те, що будівництво безкаркасного приміщення неможливо здійснювати повністю із уніфікованих елементів (солом'яних блоків) у вигляді арочних конструкцій.

Метою роботи було розробка способу виготовлення приміщень для свиней із солом'яних блоків, а також перевірка розробленого приміщення у виробничих умовах.

Матеріали і методи. В роботі використовували зоотехнічні, аналітичні, економічно-статистичні та експериментальні методи досліджень, які ґрунтуються на методологічних основах розрахунків, системному підході до проектування і реконструкції свиноферм.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. З метою удосконалення будівництва приміщень із солом'яних блоків нами розроблено спосіб, згідно якого арку із солом'яних блоків формують на металевій двобалковій решітчастій арці з колесами на кінцях, у якій бокові кромки направлені в протилежні кінці. Причому, на поверхні солом'яних блоків, які з'єднуються між собою, наносять одношарове поліуретанове напильнення товщиною 3–5 см, а після затвердіння піни, на внутрішню поверхню утвореної арки також наносять пінополіуретан аналогічної товщини. Після закінчення формування всіх арок на їх зовнішню і внутрішню поверхню проводять повторне поліуретанове напильнення товщиною 3–5 см, яке після затвердіння, утворює суцільний футляр, що щільно облягає конструкцію і надає їй міцності. Для довговічності приміщення на поліуретановий футляр наносять фарбу, яка захищає його від ультрафіолетового випромінювання (рис. 1–3).

На фіг. 1 показано пристрій в оксонометричній проекції, на фіг. 2 показано фрагмент двобалкової металеві решітчастої арки на поперечному розрізі пристрою, на фіг. 3 – розріз Б-Б на фіг. 1, на фіг. 4 – розріз В-В на фіг. 3, на фіг. 5 – поздовжній розріз металеві решітчастої арки з укладеними блоками і нанесеним зовнішнім шаром пінополіуретану, на фіг. 6 – поперечний розріз металеві решітчастої арки з укладеними блоками і нанесеним зовнішнім шаром пінополіуретану, на фіг. 7 – поздовжній розріз металеві решітчастої арки з укладеними блоками і нанесеним зовнішнім і внутрішнім шаром пінополіуретану, на фіг. 8 – скелет утвореного футляра із пінополіуретану без солом'яних блоків, на фіг. 9 – приміщення з нанесеним зовнішнім і внутрішнім шаром пінополіуретану.

Для здійснення способу передбачено пристрій, який містить металеву решітчасту арку 1, яка складається із лівої 2 і правої 3 решітчастих кромки, що з'єднані між собою перемичками 4 і дві пари колес 5, а також матеріали: солом'яні блоки 6, зовнішній 7, внутрішній 8 шар і перемички 9 із пінополіуретану, що утворюють суцільний футляр 10, в якому знаходиться солом'яна арка 11.

Спосіб реалізується у декілька етапів. На першому етапі будують фундамент і підлогу (на рисунку не позначено) під майбутнє приміщення. Далі встановлюють металеву арку 1 відповідного розміру таким чином, щоб нижня частина примікала до фундаменту.

На другому етапі формують першу солом'яну арку 11. Ширина металеві арки 1 виконується такою, щоб на неї розмістилися два солом'яні блока 6. Для цього на перемички 4 металеві арки 1 в один ряд на рівні лівої решітчастої кромки 2 кладуть солом'яні блоки 6 залишаючи між ними щілину для нанесення пінопропілену.

На третьому етапі на торцеві поверхні солом'яних блоків 6, які з'єднуються між собою, швидко наносять одношарове поліуретанове напильнення товщиною 3–5 см. Після чого їх стискають до моменту його затвердіння, а потім на зовнішню поверхню утвореної солом'яної арки 11 також наносять пінополіуретан.

На четвертому етапі солом'яні блоки 6 кладуть на перемички 4 арки 1 в один ряд так, щоб вони боковою стороною упиралися у праву решітчасту кромку 3, яка не дає сильному розширенню щілини між солом'яними блоками 6 і сприяє кращому проникненню пінополіуретану у пористий матеріал та зчепленню їх поверхонь. Порядок формування солом'яної арки 11 аналогічний третьому етапу, тільки з тією різницею, що пінополіуретан напильнюють і на бокові поверхні солом'яних блоків 6, які лежать поряд один з одним. Після чого їх стискають до моменту затвердіння піни, а потім на зовнішню поверхню утворених двох рядів солом'яних блоків 6 напильнюють пінополіуретан товщиною 5 см.

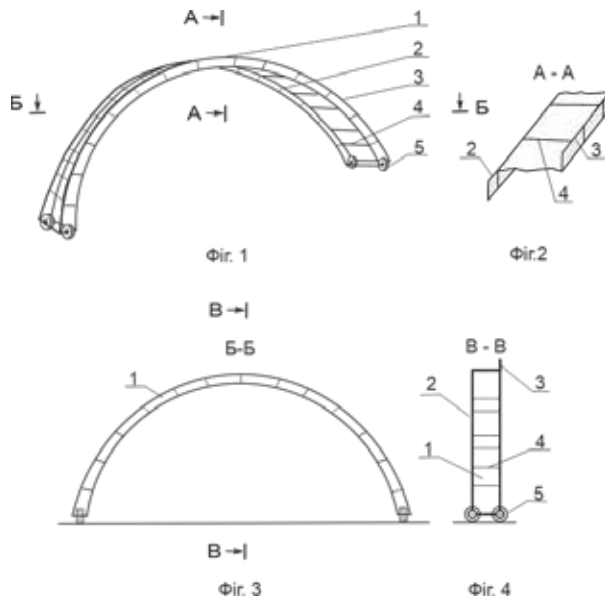


Рис. 1. Схема арочної конструкції

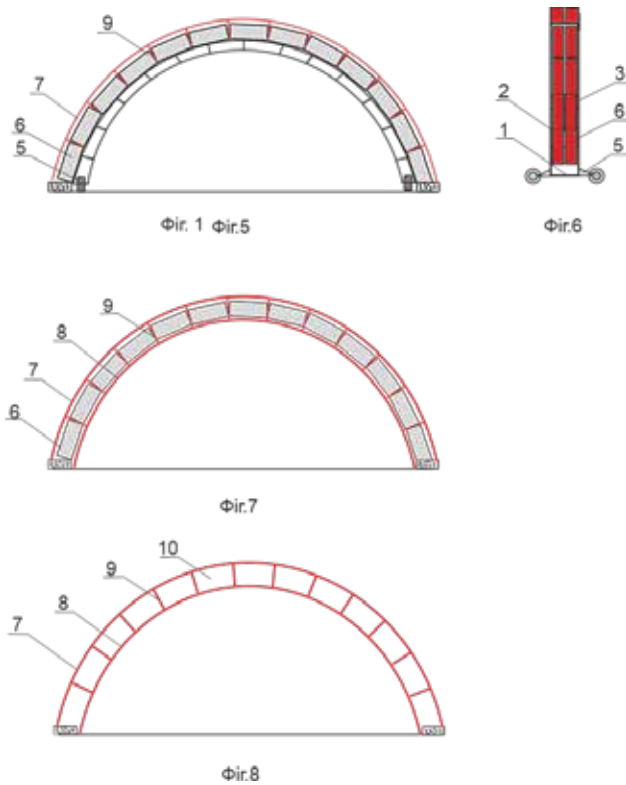


Рис. 2. Поперечний розріз приміщення

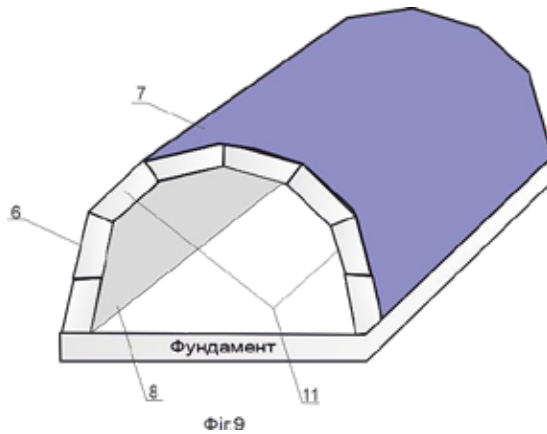


Рис. 3. Оксонометрична проекція приміщення

На п'ятому етапі після затвердіння пінополіуретану металеву арку 1 завдяки колесам 5 зрушують з місця на ширину солом'яного блоку 6 і на внутрішню поверхню утвореної солом'яної арки 11 напильюють пінополіуретан товщиною 5 см. Після затвердіння пінополіуретану, металеву арку 1 знову зрушують з місця на ширину солом'яного блоку 6 і знову на внутрішню поверхню утвореної другої солом'яної арки 11 напильюють пінополіуретан товщиною 5 см.

На шостому етапі після закінчення зведення всіх солом'яних арок 11 на їх зовнішню і внутрішню поверхню проводять повторне поліуретанове напильнення товщиною 3–5 см, яке після затвердіння, утворює суцільний футляр 10, що щільно облягає конструкцію і завдяки зовнішнього 7 і внутрішнього 8 шарам, а також утвореними між ними перемичками 9, надає йому міцності. Для довговічності приміщення зверху на поліуретановий футляр наносять фарбу, яка захищає його від ультрафіолетового випромінювання.

Торці приміщення можуть бути виготовлені декількома способами. Перший – за відомим способом, другий – за пропонуємим із солом'яних арок різної величини, третій – застосуванням тентового матеріалу.

Перевага даного способу полягає в тому, що він значно спрощує будівництво приміщення, а також забезпечує його кращу термо- і гідроізоляцію.

Для підтвердження цієї тези нами в умовах відгодівельного майданчика ВАТ «Агропрайм Холдинг» провели виробничий дослід, в якому використовували розроблений будиночок порівняно з прототипом. Отримані результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Відгодівельні якості піддослідного молодняка свиней за 120 днів відгодівлі

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Поголів'я, гол.	30	30
Жива маса на початку дослід, кг	20,5 ± 0,41	20,2 ± 0,62
Жива маса вкінці дослід, кг	102,451 ± 1,74	109,78 ± 1,84*
Середньодобовий приріст, г	682,9 ± 14,33	746,5 ± 13,48*
Витрати корму на 1 кг приросту, корм. од.	4,31 ± 0,12	3,92 ± 0,11*

Як видно із таблиці, молодняк дослідної групи перевершував контрольних ровесників за живою масою (на 7,15 %) і середньодобовим приростом (на 9,31 %).

Отримані позитивні результати можна пояснити стабільнішою температурою повітря впродовж відгодівельного періоду (табл. 2).

Таблиця 2

Середньодобова температура повітря у приміщенні протягом відгодівельного періоду (травень–серпень 2021 року)

Місяць	Група	
	контрольна	дослідна
Травень	14,5 ± 1,64	16,2 ± 1,44
Червень	23,3 ± 1,94	19,1 ± 1,47
Липень	25,3 ± 1,89	21,2 ± 1,78
Серпень	26,5 ± 1,72	22,3 ± 1,74

Висновок. Розроблене приміщення для свиней із солом'яних блоків забезпечує кращі комфортні температурні умови утримання молодняку свиней впродовж відгодівельного періоду та сприяє підвищенню живої маси (на 7,15 %) і середньодобового приросту (на 9,31 %). Подальші дослідження будуть направлені на удосконалення і виробничу перевірку розробленого приміщення у господарствах різних форм власності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гігієна тварин та ветеринарна санітарія : навчальний посібник / А. О. Бондар, М. М. Поручник, Л. О. Тарасенко, В. О. Рудь. Миколаїв : МНАУ, 2018. 179 с.
2. Мазанько М. О. Розробка технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності з застосуванням ощадних екологічно безпечних ресурсів : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.04. Полтава, 2015. 19 с.
3. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / І. І. Ібатуллін [та ін.]. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.
4. HandWik F. Engineering: Straw-bale construction. URL: https://handwiki.org/wiki/Engineering:Straw-bale_construction (дата звернення: 20.08.2022).
5. Building a Farrowing Hut. URL: http://www.richsoil.com/sleds/pigs/farrowing_hut.jsp (дата звернення: 20.08.2022).
6. Früh B. Органічне виробництво свиней в Європі. FiBl-Merkblatt. BOKU, FiBL, AT-Wien, CH-Frick. 2018. URL: <http://orgprints.org/34620/>(дата звернення: 20.08.2022).
7. Metal animal huts | Animal shelters for all your livestock | farm. URL: <https://www.pinterest.com/pin/539446861587081494/> (дата звернення: 20.08.2022).

УДК 636.2.636.02'033(477.65)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.36>

НОВА СУПЕРІНТЕНСИВНА ПОПУЛЯЦІЯ М'ЯСНИХ КОМОЛИХ СИМЕНТАЛІВ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділом селекції, розведення,

годівлі та технології виробництва продукції тваринництва,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Лесик О.Б. – к.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Стадницька О.І. – к.с.-г.н.,

провідний науковий співробітник,

Інститут сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

В пропонованій статті вперше проведено проміри основних статей будови тіла, проаналізовано: екстер'єр дорослих корів і первісток, їх індекси, відповідно до лінійної належності, закономірності рівномірної зміни вагових та лінійних параметрів телиць у віковій динаміці, визначено характеристику відтворювальної здатності, вивчено материнські якості та економічну ефективність нової популяції створюваного буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних в умовах Карпатського регіону Буковини.

За результатами проведених селекційних досліджень встановлено, що одержані дані дадуть змогу прогнозувати власний генетичний м'ясний потенціал в м'ясних діючих стадах буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, що створюються в зоні Карпатського регіону України. Викладено основні методи формування племінних базових стад з розведення симентальської м'ясної худоби з генетичним м'ясним потенціалом продуктивності з досягненням 950 г добового приросту за повний цикл вирощування в діючих господарствах Чернівецької області.

Доведено, що жива маса корів нової генерації в племінних господарствах Буковини з розведення створюваного буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, яка коливається в межах 475–491 кг (I-розтел), 531–543 (II-розтел) та 557–579 кг (III-розтел) в середньому 530 кг. Визначено, що найбільшою живою масою при плідному осіменіння відзначилися ремонтні телиці м'ясного сименталу худоби в племінному заводі ДП ДГ «Чернівецьке» – 405 кг, що на 13,5 кг більше від ровесниць ПП «Колосок-2» – 391,4 кг і на останньому – ровесниці м'ясні симентали СВПК «Перемога», що значною мірою вплинуло та на їх заплідненість.

Встановлено селекційними дослідженнями, що досягаються високі показники добового приросту в діючому племінному заводі ДПДГ «Чернівецьке» 900–950 г за повний фізіологічний цикл вирощування із низькими затратами кормів – 7,8–8,5 к. од. на 1 кг приросту в передгірській зоні регіону Буковини.

Ключові слова: порода, генетичний потенціал, проміри статей, індекси будови тіла, жива маса, середньодобовий приріст.

Kalinka A.K., Lesyk O.B., Stadnytska O.I. A new hyperintensive population of beef simmentals in the Carpathian region of Bukovina

In the proposed article, for the first time, the measurements of the main articles of the body structure were carried out, the exterior of adult cows and firstborns, their indices, according to linear belonging, the regularity of uniform changes in weight and linear parameters of heifers

in age dynamics were analyzed, the characteristics of reproductive capacity were determined, maternal qualities were studied and the economic efficiency of the new population of the created Bukovina zonal type of meat komologo simmental ruminant in the Carpathian region of Bukovina.

According to the results of breeding research, it was established that the obtained data will make it possible to predict the own genetic meat potential in the active meat herds of the Bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle created in the zone of the Carpathian region of Ukraine. The main methods of forming basic breeding herds for breeding Simmental beef cattle with genetic meat productivity potential with the achievement of 950 g of daily gain for a full breeding cycle in the active farms of Chernivtsi region are outlined.

It has been proven that the live weight of cows of the new generation in breeding farms of Bukovina from the breeding of the created Bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle varies between 475–491 kg (I-calving), 531–543 (II-calving) and 557–579 kg (III-calving) on average 530 kg. It was determined that the largest live weight at fertile insemination was noted by the repair heifers of meat Simmental cattle in the breeding plant of SE DG “Chernivetske” – 405 kg, which is 13,5 kg more than the heifers of the same age from PP “Kolosok-2” – 39,4 kg and on the last one – the same age meat Simmentals of SVPK “Peremoga”, which had a significant effect on their fertilization.

It has been established by breeding studies that high rates of daily growth are achieved in the operating breeding plant of the Chernovtsy State Farming Plant of 900–950 g for a full physiological growing cycle with low feed costs – 7,8–8,5 units. per 1 kg of growth in the foothills of the Bukovina region.

Key words: breed, genetic potential, measurements of sexes, indices of body structure, live weight, average daily growth.

Постановка проблеми. Останнім часом у воєнних реаліях та в українському ринку де буковинська нова прогресивна скотарська галузь м'ясне скотарство, яка зумовлена розведенням вперше нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, що дає дешеву та якісну яловичину та є найбільш інноваційною актуальністю для господарств Українських Карпат. В зв'язку з цим над вирішенням цих глобальних проблем багаторічної селекційної роботи і працюють регіональні науковці – селекціонери в тісній співдружності з керівниками та спеціалістами, як результат, вже створено нові масиви продуктивної м'ясної худоби з високою енергією росту в усі фізіологічні періоди розвитку [2–3].

Отже з цим в основному селекційно – племінна робота, яка проводиться в діючих базових та дочірніх господарствах зони Карпатського регіону Буковини де згідно розроблених перспективних планів, з координуваних з програмою наукового забезпечення в рамках науково – виробничої системи і тварини даних м'ясних стад жуйних нової генерації, які відповідають цільовим розробленим стандартам. Здійснюється селекційна робота по створенню м'ясних стад комолых корів з подальшим удосконаленням, консолідації та формуванням м'ясної худоби для регіону Буковини.

Оскільки м'ясна худоба нової популяції, яка створена класичним методом поглинального схрещування акліматизованої місцевої симентальської породи з чистопорідними бугаями – плідниками спеціалізованої симентальської м'ясної породи американської, канадської, австрійської та німецької селекції з отриманням вперше нового продуктивного створюваного такого генотипу СКан.3/4Сав.1/16СНім.1/8Сам.1/16.

На даний час селекція буковинського зонального типу м'ясної худоби проводиться з використанням класичного методу «в собі» для забезпечення стійкої передачі ознак своїм продуктивним майбутнім нащадкам, які добре акліматизувалися для різних зон регіону Карпат [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами багаторічних проведених досліджень щодо виведення нового створюваного буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, можна зауважити, що самий

початковий етап створення цього м'ясного типу, який був достатньо довгим, а це 25 років селекційно-плеємної наукової роботи буковинських науковців – селекціонерів та селекціонерів базових та дочірніх господарств різних форм власності підконтрольного регіону Буковини [5].

Тому відповідно до розробленої в минулому буковинськими науковцями селекціонерами регіональної програми для створення нового комолого типу сименталу, з використанням генофонду симентальської м'ясної породи жуйних, в базових господарствах регіону протягом 1998–2023 років де вже сформовані продуктивні діючі м'ясні стада жуйних в зоні Карпат. Отже програма розвитку м'ясного скотарства в нашій державі де Буковина бере участь у створення зонального типу м'ясного комолого сименталу, який буде структурною одиницею української симентальської м'ясної худоби м'ясного напрямку продуктивності, що створюється в Україні.

В сьогоднішній найбільш позитивної та важливої селекційної оцінки, яка заслуговує проведення багаторічної наукової роботи з розведення нової генерації створюваного буковинського зонального типу симентальської м'ясної породи худоби, яка формується для отримання рентабельної та якісної продукції в Карпатському регіоні Буковини.

Доведено, що нова м'ясна худоба, яка переважає ровесників місцевих сименталів, а саме за енергією росту на 15–23%, та забійним виходом м'яса на 10,4–12%.



В зв'язку з вище сказаним, ще залишаються, ще такі актуальними не вирішені питання, як ведення селекції відповідно до нових світових стандартів контролю продуктивності, оцінки екстер'єру, конституції, якості продукції, селекційних комп'ютерних програм, підвищення відтворювальної здатності плідників і маток, що є найбільш вагомим для даного часу в даному підконтрольному регіоні [6].

Постановка завдання. Мета статті – вивчення нової створеної супер інтенсивної популяції м'ясних комолых сименталів жуйних в діючих м'ясних стадах, що розводяться в різних кліматичних зонах регіону Буковини.

Для цього проводиться багаторічна селекційна наукова робота із новою популяцією м'ясною худобою створюваного буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу з добре налагодженим зоотехнічним і плеємним обліком та кормовою базою в базових господарствах Чернівецької області.

Цікавим є те, що вже зроблено нове селекційне дослідження, поширення та підвищення продуктивного потенціалу вже створеного м'ясного комолого сименталу худоби з даними узагальненнями власної генетичної зумовленості його продуктивних ознак, сформовано висновок щодо доцільності розведення та використання, як базового продуктивного зонального типу м'ясних жуйних для регіону Буковини [3].

З огляду на це для проведеної тривалої селекційної роботи буковинські науковці селекціонери, які проводять не один рік багаторічні дослідження із створення нових тварин м'ясного комолого сименталу худоби, що потребує нині безперервного вдосконалення та консолідації відповідно до соціально економічних змін, як це сталося із місцевими акліматизованими симентами, то вдається до трансформації до її зміни на більш досконалий шляхом класичного поглинального схрещування, або ж до виведення на її основі нового м'ясного продуктивного типу тварин, що відповідає існуючим новим розробленим вимогам, що є найбільш цінними для зони Карпат.

Так головним об'єктом досліджень є буковинський зональний тип м'ясного комолого сименталу худоби, що створюється в регіоні Буковини. Дослідження проводилися з добре налагодженим зоотехнічним племінним обліком в базових племінних діючих господарствах, а саме в ДП «ДГ «Чернівецьке» Буковинської ДСГДС ІСГ КР НААН», СВПК «Перемога» Герцаївського, ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард» та новостворених ФГ СІМ МЗІД «Гай» та ПП «Колосок-2» та СВК «Зоря» різних районів Буковини.

Основним джерелом для написання статті послужили дані статистичної звітності, наукових досліджень, літературні джерела, річні звіти та зоотехнічний племінний облік в м'ясних стадах різних господарств області.

Так селекційні дослідження проводилися на основі аналізу генеалогічного складу м'ясного стада корів нової генерації, підбору висококласних чистопорідних з високою племінною цінністю бугаїв – плідників та оцінених за якістю нащадків. При цьому формуванні продуктивної м'ясної худоби неможливе без щорічного ремонту його продуктивними первістками, які оцінені за комплексом різних селекційних встановлених ознак. З цією метою проводили фенотипову оцінку корів-первісток та підбирали висококласних м'ясних плідників-поліпшувачів, оцінювали маточне поголів'я за фенотипом, заздалегідь підготували нетелей до лактації де кінцевим результатом селекційної оцінки де вважали молочну високу продуктивність за першу лактацію (195–215 кг) та наступні та відтворювальні функції. Проведеною оцінкою екстер'єру, що визначали окомірною за прийнятими промірами основних статей тіла м'ясної худоби.

У проведеної селекційній роботі в племінних та діючих м'ясних стадах худоби нової генерації були використані чистопорідні бугаї-поліпшувачі з м'ясною високою продуктивністю жіночих предків родоводу з інтенсивним використанням кращих плідників, що дозволяє підвищувати генетичний потенціал жуйних на 2,5 % за одне створене покоління в умовах передгірської зони регіону Буковини [1–5; 8–10]. В дослідженнях використовували лінійну оцінку, яка дасть можливість оцінювати, як окремих тварин у межах м'ясного стада або всієї популяції, так і бугаїв-плідників за типом будови тіла їх дочок

Виклад основного матеріалу досліджень. За результатами селекційної роботи вже створені комолі симентали нового типу жуйних, які мають задовільний м'ясний тип будови тіла з таким обхватом – 124–135 см. де визначили, що на основі промірів статей тіла корів нової генерації, які майже не відрізнялися від даних, що

знаходяться в новій розробленій інструкції для української симентальської м'ясної породи жуйних, що створюється в державі.

Так корови м'ясної худоби, які мають задовільно добре розвинену мускулатуру та кістяк, гармонійну будову тіла без істотних недоліків екстер'єру та оцінені в середньому 9,5 бала, що відповідають новій розробленій інструкції вимогам. В проведених селекційних дослідженнях визначено недорозвиненість та неправильна форма вим'я перехват за лопатками, вузькогрудність, шаблованість і зближеність ніг в скакових суглобах, м'яка спина – недоліки екстер'єру.

В зв'язку з цим проведена нами зоотехнічна – селекційна робота з визначення оцінки головних вимірів за основними промірами статей екстер'єру дорослих повновікових корів нової генерації в області (табл. 1).

Дослідженнями встановлено (табл. 1), що м'ясні комолі корови ведучого та діючого в Україні племінного заводу ДП ДГ «Чернівецьке» за висотними промірами, глибиною грудей та довжиною тулуба мають перевагу на 7,8 % від м'ясних маток інших господарств в інших регіонах, що поступаються їм по широтних промірах, косій довжині заду та обхвату грудей за лопатками.

Таблиця 1

Проміри статей тіла дорослих м'ясних комоліх корів, см

Проміри	Базові та дочірні господарства					
	ДП ДГ «Чернівецьке» (n=99)	ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард» (n=75)	СВПК «Перемога» (n=65)	ФГ СІМ МЗІД «Гай» (n=15)	СВК «Зоря2» (n=25)	ПП «Колосок-2» (n=20)
Кількість голів	153	95	85	25	35	30
Висота в холці	133,1±0,3	128,8±0,2	130,5±0,3	131,1±0,2	128,1±0,5	130,1±0,7
Висота в спині	132,5±0,27	128,0±0,37	131,3±0,25	131,5±0,33	128,7±0,6	129,7±0,47
Висота в крижах	138,3±0,26	134,2±0,32	136,5±0,36	136,3±0,21	135±0,75	136±0,65
Ширина грудей за лопатками	44,9±0,21	38,4±0,27	39,5±0,23	41,5±0,19	41,5±0,45	42,5±0,57
Глибина грудей	69,5±0,28	67,4±0,21	66,3±0,18	65,5±0,27	64,8±0,58	65,8±0,32
Довжина тулуба	161,3±0,31	155,5±0,35	154,5±0,29	160,0±0,28	158,7±0,67	159,7±0,37
Коса довжина тулуба стрічкою	181,2±0,34	177,4±0,41	178,0±0,26	179,6±0,21	179,3±0,38	180,3±0,58
Обхват грудей	187,8±0,17	181,8±0,15	182,6±0,19	182,6±0,13	183,3±0,37	185,3±0,27
Обхват п'ястка	19,8±0,11	18,4±0,9	18,7±0,1	19,9±0,9	18,1±0,7	19,1±0,8
Коса довжина заду	53,2±0,15	52,0±0,17	51,6±0,19	52,5±0,13	50,7±0,43	51,7±0,23
Ширина заду в кульшових суглобах	52,8±0,11	46,8±0,21	47,0±0,19	51,0±0,18	49,6±0,67	50,6±0,27

Цінним в проведеній селекційній роботі є те, що корови нової генерації племінного заводу ДП ДГ «Чернівецьке» за висотними промірами, глибиною грудей та довжиною тулуба мають перевагу на 6,7–8,3 % за стадо Уманського племінного

об'єднання австрійської селекції, які мають, дещо широкі проміри косу довжину заду та обхвату грудей за лопатками, мають збільшені, чим дане вище підконтрольне племінне господарство, яке розташоване в передгірській зоні Карпат. При проведенні селекційних обстежень м'ясних корів, які мають більшу ширину в клубах, кульшових зчленуваннях, а також косу довжину заду та тулуба стрічкою, ніж матки новоствореного репродуктора ФГ СІМ МЗІД «Гай».

Таким чином за даними середніх промірів, одержаних від 232 корів м'ясного комолого сименталу (висота в холці 130,8 см) де все м'ясне поголів'я, яке віднесено до типу середніх і вище. Щодо проведених даних з обстеження з екстер'єру – пропорціональність тіло будови, відмінна ширина грудей, добрі довжина та ширина заду, міцний кістяк-свідчать про достатній ріст і задовільний розвиток м'ясних комолих сименталів в переважності більшості базових та дочірніх господарств області.

За результатами селекційних дослідження визначено, що за рахунок окомірної оцінки тіло будови м'ясних корів нової генерації за стабільною системою доповнює характеристику екстер'єру та конституцію поголів'я із середнім за екстер'єр маток, що становить 75,6 бала. З відси доведено, що матеріали характеристики екстер'єру, які свідчать, що корови в племінному заводі «Чернівецьке» досить добре розвинуті, мають достатню глибину грудей та ширину заду, компактний тулуб та ширину грудей в більшості племінних та дочірніх господарствах регіону Буковини.

Так проведена повна зоотехнічна характеристика індексів будови тіла в повно-вікових м'ясних корів в основних м'ясних стадах області (табл. 2).

Таблиця 2

Індекси будови тіла м'ясних комолих корів, (%)

Індекс	Базові племінні господарства		
	Племінний завод ДПДГ «Чернівецьке»	Племінний завод ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	Репродуктор СВПК «Перемога»
Широкогрудності	29,8±0,15	28,8±0,17	29,1±0,11
Глибокогрудності	51,6±0,21	51,3±0,18	50,6±0,23
Грудний	64,6±0,13	58,5±0,15	59,1±0,11
Тазо-грудний	85,2±0,19	78,7±1,11	75,9±0,21
Формату таза	92,3±0,11	90,1±0,13	91,3±0,17
Костистості	15,0±0,09	14,1±0,07	14,2±0,11
Збитості	123,4±0,36	116,1±0,27	116,5±0,31
Розтягнутості	120,3±0,25	117,4±0,21	120,0±0,17
Перерослості	104,4±0,13	106,5±0,11	104,8±0,09
Довгоногості	47,4±0,12	49,7±0,09	48,5±0,13

Дослідженнями встановлено (табл. 2), що індекс широкогрудності в дорослих м'ясних комолих симентальських корів становить – 29,8%, що нижчий від тварин ніж племінного заводу ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард», а індекс довгоногості в маток племінного господарства ДПДГ «Чернівецьке», який вищий ніж у корів в репродукторі СВПК «Перемога» та в стаді ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард», що даний показник говорить за те, що вирощування м'ясних жуйних нової генерації в молодому віці проходило в задовільних умовах годівлі в регіоні Буковини.

З огляду на вище сказане і визначено в селекційній роботі, що в корів індекси довгоногості, тазогрудний та пере ростості з віком зменшуються, а широкогрудності, глибоко грудності, розтягнутості та костистості – збільшуються, а індекси грудний та збитості змінюються не істотно в даних визначених племінних тваринах. За результатами проведених селекційних досліджень вказують на те, що індекси будови тіла нової популяції корів сименталів, які відповідають, м'ясному типу тварин, що свідчать про добрий розвиток і пропорційність будови тіла маток нової генерації в зоні Карпат. Визначено, що корови племінного заводу ДП ДГ «Чернівецьке» мають індекс збитості вищий на 6,3% в порівнянні з ровесницями племінного заводу ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард», а розтягнутості – на 2,5%.

Таким чином на розвиток худоби нового типу симентальських комолих корів не завжди відповідає параметрам м'ясного типу та в послідовні періоди, частіше це припадає влітку, коли вигорають травостої на природних культурних пасовищах та восени відчувається дефіцит основних білкових кормів і, як наслідок – відставання ремонтних телиць в рості та розвитку на 2–3 місяці від вимог розробленого стандарту української симентальської м'ясної породи, що створюється в Україні.

Оскільки при визначенні молочності м'ясних корів в дослідженнях користувалися показником живої маси нащадків у 7-міс. віці, яка найтісніше корелює з фактичною молочною продуктивністю матері, що має бути використано, як критерій при доборі ремонтного поголів'я де відлучення проводили в цей період, що зумовлює швидше відновлення матки живої маси, підвищення вгодованості та стимулювання в неї відтворювальної здатності в передгірській зоні регіону Буковини. Для власного поліпшення відтворювальної здатності та молочності м'ясних корів власного м'ясного стада здійснювали шляхом масового добору первісток за живою масою нащадків при відлученні та тривалістю індеференс – періоду, а корів старшого віку – за коефіцієнтом відтворювальної здатності та живою масою відлученого молодняка, встановивши рівень добору для кожної з даних селекційних ознак.

Тому м'ясних корів, що не відповідають селекційним критеріям в м'ясному стаді (мають телят з низькою живою масою до відлучення, бракує материнських якостей в широкому розумінні поняття, у тому числі гінекологічними захворюваннями та фізіологічними збоченнями, агалактією та ін.), без вагань вибраковувалися в усіх базових м'ясних стадах регіону.

В проведених власних дослідженнях визначено середню живу масу м'ясних корів в базових господарствах області (табл. 3).

Таблиця 3

Середня жива маса м'ясних комолих корів, кг

Господарства	Лактації							
	3		4		5 і старше		В середньому по стаду	
	гол.	кг	гол.	кг	гол.	кг	гол.	кг
ДП ДГ «Чернівецьке»	15	491	25	543	117	579	153	540,0
ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	8	475	15	531	72	557	95	521,0
СВПК «Перемога»	11	480	13	545	61	567	85	531,0
ФГ СІМ МЗІД «Гай»	4	490	5	545	16	575	25	537,0
СВК «Зоря»	7	465	9	525	18	560	35	517,0
ПП «Колосок-2»	6	487	7	543	17	565	30	532,
В середньому	51	481,3	74	538,7	301	567,2	232	530,0

В зв'язку з цим та виходячи з наведених даних можна припустити (табл. 3), що жива маса корів м'ясного комолого сименталу худоби, яка становила 475–579 кг, (у середньому 530 кг), а окремі рекордистки мали живу масу близько 750 кг і більше при створенні нового типу сименталу жуйних де важливого значення приділяли питанню формуванню вікової структури живої маси м'ясного стада, як одному з важливих факторів високої м'ясної продуктивності для передгірської зони регіону Буковини.

В проведених селекційних дослідженнях визначено живу масу м'ясних комолых сименталів корів в господарствах, яка коливається в межах 475–491 кг (I-розтел), 531–543 (II-розтел) та 557–579 кг (III-розтел) в середньому 530 кг, а окремі продуктивні рекордистки мали живу масу від 715–750 кг. Так більше 615 кг було в 35 тваринах, це в племінних заводах ДПДГ «Чернівецьке» – 22 гол. та ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард» – 8 гол.

В проведеній роботі, визначено нами, що при створенні м'ясних стад комолого сименталу худоби де важливого значення надавали формуванню вікової структури живої маси жуйних, як одному з найбільш головних факторів високої м'ясної продуктивності та вважаємо, що оптимальним, коли корови-первістки мають живу масу – 484 кг (I-розтел), 538 кг (II-розтел) та 567 кг (III-розтел) для передгірської зони Карпат.

Отже, при створенні м'ясних продуктивних стад буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в яких важливого значення надавали формуванню вікової структури живої маси жуйних, як одному з факторів високої м'ясної продуктивності даної створеної популяції жуйних для діючих базових та дочірніх господарств передгірської зони Чернівецької області.

В дослідженнях в м'ясних стадах визначили найбільш важливу характеристику відтворювальної здатності маток м'ясного комолого сименталу худоби по сервісу – періоду, який складає більше 90 днів, а між телицями спостерігається деякі відмінності за показниками відтворювальної здатності в базових діючих господарствах регіону (табл. 4).

Таблиця 4

Показники відтворювальної здатності телиць комолого сименталу

Показник	Базові підконтрольні господарства					
	ДП ДГ «Чернівецьке»	ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	СВПК «Перемога»	ФГ СІМ МЗІД «Гай»	СВК «Зоря»	ПП «Колосок-2»
Жива маса при плідному осіменінні, кг	405,3±13,3	387,5±14,5	385,2±12,6	390±11,4	395±11,3	391,4±12,3
Запліднення після 1-го осіменіння, %	81,3	85,6	87,5	88,2	87,2	85,7
Тривалість тільності, діб	283,5±1,9	289,6±1,4	285,5±1,8	290,3±1,7	291,5±1,3	287,3±1,4

В зв'язку з цим та виходячи з наведених даних можна припустити (табл. 3), що жива маса корів м'ясного комолого сименталу худоби, яка становила 475–579 кг, (у середньому 530 кг), а окремі рекордистки мали живу масу близько 750 кг і більше при створенні нового типу сименталу жуйних де важливого значення приділяли питанню формуванню вікової структури живої маси м'ясного стада, як одному з важливих факторів високої м'ясної продуктивності для передгірської зони регіону Буковини.

За результатами наукових досліджень нами визначено в діючих племінних базових м'ясних стадах, що відхилення від встановленої норми, як правило, бувають у м'ясних корів з високою власною притаманною продуктивністю, тому на утримання таких продуктивних маток нової генерації де слід звернути особливу увагу в кожному м'ясному стаді зони Карпат.

В проведених дослідженнях вивчено порівняльне важливих материнських якостей нового м'ясного комолого типу симентальських м'ясних корів – первісток, збереженість телят на підсисі була високою в корів в усіх базових господарствах області, що становила 90,3–97,3 % (табл. 5).

Таблиця 5

Характеристика материнських якостей корів – первісток

Показник	Базові та дочірні господарства						Усього
	ДП ДГ «Чернівецьке»	ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	Репродуктор СВПК «Перемога»	Репродуктор СІМ МЗІД «ГАЙ»	Репродуктор СВК «Зоря»	ПП «Колосок-2»	
Збереженість телят у перший місяць життя, %	97,3	93,7	90,3	98,5	98,5	97,4	95,9
Вихід телят на 100 корів, %	62,5	89,0	87,5	91,7	89,5	85	84,2
Відмова від телят, гол.	2	3	2	2	1	1	2
Жива маса телят у 7-міс. віці, кг	225,3	215,5	195,7	215,8	219,5	220,5	215,3

Так за виходом телят при відлученні з розрахунку на 100 корів м'ясного сименталу худоби племінному господарству ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард» переважають симентальську породу на 8,3 % більше від СВПК «Перемога», а за живою масою телят у 7-місячному віці, яка була найбільшою в нащадків ДП ДГ «Чернівецьке» – 225,3 кг, що на 29,6 кг (15,2 %) більше за аналогів дочірнього господарства СВПК «Перемога».

В проведених експериментальних дослідженнях визначено, що прикладом стабільності та росту основних економічних показників в племінному діючому господарстві ДП «ДГ «Чернівецьке», (табл. 6).

В даному діючому та ведучому в зоні Карпат племінному господарстві ДПДГ «Чернівецьке» де досягаються виробничі показники середньомісячного приросту 900–950 г за повний цикл вирощування із низькими затратами кормів – 7,8–8,5 к. од. на 1 кг приросту.

Починаючи з 2012 року діючий племінний завод ДП «ДГ «Чернівецьке» щорічно реалізує племінного молодняка в живій вазі на суму понад 800 тис. грн, що складає 30 % рентабельності.

Таблиця 6

Економічна ефективність розведення м'ясних комолых сименталів

Показник	Од. вим.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2019
Всього поголів'я	гол.	246	239	257	279	291	276	286	305
в т. ч. корів	гол	153	153	153	156	156	153	153	153
Добовий приріст на культурних пасовищах	г	685	750	850	930	950	950	980	950
Реалізація:	гол	1	28	21	22	22	16	25	50
племінного молодняка жива маса	ц	0,35	37,8	35,6	34,6	35,1	25,3	30,2	71,5
Собівартість 1 ц приросту	грн.	750	750	650	925	1100	1110	1100	1110

Таким чином ведучий та діючий в Україні племінний завод ДП ДГ «Чернівецьке» кожного року успішно реалізує 25–30 голів молодняка де в 2019 році реалізовано 50 голів племінних бугайців класу першого і еліта для країни Казахстан, а в 2020 році 38 бугайців для країни Ліван та в 2023 році вже продано 12 бугайців та 12 теличок фермерському господарству Тернопільської області, що свідчить про великий попит на новий тип м'ясного комолого сименталу худоби в близькому та дальньому зарубіжжі.

Висновок. За даними визначеними селекційними показниками середніх промірів, одержаних від 232 корів (висота в холці 130,8 см) де поголів'я м'ясних комолых сименталів худоби нової генерації, які віднесено до типу середніх і вище в умовах Карпатського регіону Буковини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вдовиченко Ю., Шпак Л., Калинка А. М'ясна продуктивність бичків різних типів симентальської породи в умовах передгір'я Карпат. *Тваринництво України*. 2004. № 11. С. 11–14.
2. Зубець М. В. та ін. Програма створення (формування) української симентальської м'ясної породи. Київ, 1998. 54 с.
3. Калинка А. К. Ефективне розведення м'ясного сименталу на Буковині. *Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Вінниця, 10 жовтня 2017 року*. Збірник наукових праць / за ред. А.К. Калинки. URL: el-conf.com.ua. 85 с.
4. Andriy Kalinka, Oksana Lesyk. Feeding of cattle of different genotypes of the new population of the Bukovina zonal type of meat Komologo simmental cattle at an average level of feeding in the conditions of the foothills of the Bukovina region The scientific paradigm in the context of technological development and social change : Scientific monograph. Part 2. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. С. 100–118.
5. Калинка А. К., Лесик О.Б., Томаш Л. В., Шпак Л. В., Мельничук М. Г. 25-річний ювілей буковинському м'ясному скотарству з розведення нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в Карпатському регіоні Буковини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. С. 334–342.
6. Калинка А.К., Лесик О.Б., Томаш Л.В. М'ясна продуктивність і відгодівельні якості нової популяції бугайців різних буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в умовах Карпатського регіону Буковини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 129. С. 189–198.
7. Шкурин Г.Т. Ефективність розведення генотипів симентальської м'ясної породи. *М'ясне скотарство*. Київ : Асом. 1998. 100 с.

УДК 636.2.084.085.7.39.2.11.

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.37>

ВИРОЩУВАННЯ ТЕЛИЦЬ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ БУКОВИНСЬКОГО ЗОНАЛЬНОГО ТИПУ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ ХУДОБИ ЗА РІЗНИХ ЗИМОВИХ МІСЯЦІВ НАРОДЖЕННЯ В ПЕРЕДГІРСЬКІЙ ЗОНІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділом селекції, розведення, годівлі та технології виробництва
продукції тваринництва,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Лесик О.Б. – к.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Шпак Л.В. – к.с.-г.н.,

провідний науковий співробітник відділення зоотехнії,

Національна академія аграрних наук України

Корх І.В. – к.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук України

Приліпко Т.М. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри харчових технологій виробництва

та стандартизації харчової продукції,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Наведено в статті результати досліджень ретроспективних даних на поголів'ї ремонтних теличок народжених в зимових місяцях створюваного буковинського зонального типу м'ясного сименталу жуйних нової генерації в ДП ДГ «Чернівецьке», щодо аналізу ефективності вирощування в підсисному стійловому періоді тварин в умовах регіону Буковини.

Встановлено, що телиці, які народжені взимку (січень, лютий, березень) при стійловому утриманні з використанням методу підсосу, вірогідно перевищували своїх однолітків – аналогів за живою масою, які при народженні сягали добових приростів – 961,5 г, що на 247,2 г (34,6%) більше від ровесників, які народилися в лютому місяці в умовах Карпатського регіону України.

Дослідженнями встановлено, що народженні березневі телиці, яким додатково вводили, ще вітамін А взимку, добові прирости становили – 835,2 г, що на 223,3 г менше від ровесниць I дослідної групи. За 203днів досліді при вирощуванні телиць I дослідної групи, енергія росту становила – 964,4 г, що на – 231,5 г (31,5%) більше за нащадків аналогів III групи. Результати досліді показують, що за весь період досліді протягом (203днів) телиці, які народилися в березні місяці добові прирости склали – 822,7 г, що на 102,9 г (12,5%) менше за ровесниць, які народжені в лютому місяці. Доведено, що в дослідних телицях третьої групи за однаковими умовами годівлі з додаванням взимку вітаміну А, продуктивність тварин за весь період проходила майже з однаковою інтенсивністю росту, яка була меншою та загальний приріст становив – 167,0 кг, що на 46,2 (27,7%) менше за аналогів тварин, народжених в січні місяці.

Виявлено, що при вирощуванні м'ясних комолх телиць в різних зимових місяцях народження, які мають тенденцію до підвищення холестерину до годівлі, глюкози, білку,

лужної фосфатази, АЛТ, Г – ГТП і зменшення концентрації білорубіну, АСТ, триглицеридів ЛДГ.

За результатами досліджень встановлено, що, витрати обмінної енергії на 1 кг приросту живої маси у телиць народжених у січні становили – 81,5 МДж при витратах 5,7 к. од. з концентрацією обмінної енергії в 1 кг сухої речовини 8,4 МДж, що сприяло зменшенню споживання сухої речовини на 100 кг живої маси.

Ключові слова: телиці, раціони, жива маса, енергія росту, прибуток.

Kalinka A.K., Lesyk O.B., Shpak L.V., Korkh I.V., Prylipko T.M. Breeding of heves of the new population bukovina zonal type of meat komolo simmental livestock at different winter months of birth in the footland zone of the Carpathian region of Bukovina

The article presents the results of research of retrospective data on the herd of repair heifers born in the winter months of the created Bukovina zonal type of ruminant Simmental meat of the new generation in the SE "Chernivetsk" DG, regarding the analysis of the efficiency of rearing in the post-suckling stall period of animals in the conditions of the Bukovina region.

It was established that the heifers born in winter (January, February, March) when kept in stalls using the suckling method probably exceeded their peers – analogues in terms of live weight, which at birth reached daily gains of 961.5g, which is by 247.2g (34.6%) more than peers who were born in February in the conditions of the Carpathian region of Ukraine.

Research has established that heifers born in March, which were additionally administered vitamin A in winter, gained 835,2 g per day, which is 223,3 g less than the heifers of the 1st experimental group. During the 203 days of the experiment when growing heifers of the 1st experimental group, the growth energy was – 964,4g, which is – 231,5g (31.5%) more than the offspring of the analogues of the 11st group. The results of the experiment show that during the entire period of the experiment (203 days), heifers born in March gained 822,7 g per day, which is 102,9g (12,5%) less than heifers born in February. It was proved that in experimental heifers of the third group under the same feeding conditions with the addition of vitamin A in the winter, the productivity of the animals for the entire period was almost the same intensity of growth, which was lower and the total gain was 167,0 kg, which is by 46,2 (27,7%) less than similar animals born in January.

It was established that at the age of 3 and 7 months, heifers of the 1st experimental group had a higher live weight than the 11th and 111th experimental groups, respectively, by – 20,2 kg (16,8%) and by 39.1 (22.9%) kg ($P>0.95$). At the age of 9, this indicator was only in January heifers, which amounted to 233,7 kg, which were animals assigned to the first and elite classes according to the developed new instructions for beef cattle. At the same time, the average daily gains for the entire period of growth in the heifers of the 1st experimental group amounted to 1052,2 g, which is 124,6 g (13,5%) more than the heifers of the 11th group born in March. It was found that when growing beef heifers in different winter months of birth, which tend to increase pre-feeding cholesterol, glucose, protein, alkaline phosphatase, ALT, G-GTP and decrease the concentration of bilirubin, AST, LDH triglycerides.

Based on the results of research, it was established that the expenditure of exchangeable energy per 1 kg of live weight gain in heifers born in January amounted to – 81, 5 MJ at the expenditure of 5,7 k. units. with a concentration of exchangeable energy in 1 kg of dry matter of 8,4 MJ, which contributed to a decrease in the consumption of dry matter per 100 kg of live weight.

Key words: heifers, rations, live weight, growth energy, profit.

Постановка проблеми. Нині в умовах воєнних реаліях та у фінансово економічній кризі в державі та у світовому досвіді розвинутих країн свідчить про те, щоб збільшити виробництво дешевої яловичини з покращеною її якістю можна на основі розробки різних рецептів раціонів та їх оптимізації для повноцінної годівлі буковинського зонального типу м'ясного сименталу жуйних нової генерації та для максимальної реалізації продуктивного потенціалу в умовах Карпатського регіону України [2–4; 7].

Оскільки нині розробка теоретичних і практичних аспектів різних рецептів раціонів та типів годівлі для підсосних телиць нової популяції м'ясного комолого сименталу худоби, щоб забезпечували високий генетичний потенціал росту продуктивності, що є найбільш актуальним в умовах різних зон Карпатського регіону України [5].

З огляду на вище сказане такий ефективний захід виконання наукових досліджень, можливо із розвитком перспективної дешевої технології м'ясного скотарства, як самостійної галузі, для якої створюється новий зональний тип худоби м'ясного комолого сименталу худоби нової генерації з високим генетичним м'ясним потенціалом, який добре адаптований, що відповідає запитам даної галузі, зокрема годівлі, утримання та розведення вище сказаних жуйних до умов різних зон Карпат [3–4].

Тому не обхідно для аграрної науки і для виробництва вивчити генетичний потенціал нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, але й вивчити в оптимальних умовах з використанням різних раціонів, коли спадкові задатки в жуйних проявляються найповніше, а й вивчити їх господарську цінність у виробничих умовах зони регіону Буковини [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах фінансової кризи в Україні є головним завданням і є необхідністю вперше розробити нові моделі раціонів та їх оптимізувати за власними кормовими ресурсами для максимальної реалізації м'ясним телицями нової генерації народжених взимку з використанням підсису для збільшення генетичного потенціалу та підвищення енергії росту на – 17–21 % із скороченням енергетичних кормів на – 15 % до норм та зниженні собівартості продукції на 8–12 % в умовах регіону [6; 9].

Отже вперше запропоновані нові дослідження, які в минулому не вивчалися в галузі м'ясного скотарства, що і є досягненням даних експериментальних досліджень для регіону. З цього приводу на високому рівні нами було вивчено енергію росту симентальських комолых телиць, які народилися в зимові місяці (січень, лютий, березень) з подальшим їх вирощування з максимальним використанням культурних пасовищ в умовах передгірської зони Буковини. Цінним і важливим питанням даних досліджень є розроблення нового рецепту раціону годівлі для телиць в підсисному періоді взимку та влітку який буде апробовано в інших діючих господарствах різних форм власності регіону Буковини [2–4].

В проведених нових дослідженнях в яких основою та важливою ціллю нашої роботи є найбільш експериментально обґрунтування з вирощування м'ясних телиць, які народилися в січні, лютому та в березні місяцях з виявленням їх енергії росту за весь період досліджень в передгірській зоні Буковини. В зв'язку з цим вище реалізації запропонованої цілі з проведенням порівняльного росту та розвитку, енергії росту телиць за різних зимових місяців народження до 9 – місячного віку в даному регіоні.

Тому виявлення порід і їх типів та створених нової м'ясної худоби в сьогоденні при становленні буковинської нової галузі м'ясного скотарства, які б найкраще підходили для розведення та виробництва дешевої яловичини, має важливе наукове та господарське значення для Карпатського регіону Буковини.

Заплановані нові дослідження, які вперше проводяться з метою ретроспективних даних на поголів'ї телиць м'ясного комолого сименталу худоби нової генерації де була проведена робота в діючому та ведучому в Україні племінному заводі ДП ДГ «Чернівецьке».

Дослідження проводили з визначення впливу зимових місяців народження на ріст і розвиток симентальських телиць нової генерації та енергію росту з використанням класичного методу підсису в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини.

Тому така важлива необхідність де потрібно експериментально обґрунтувати підхід до вивчення ефективності вирощування телиць нової генерації, які

народилися в зимових місяцях та вивчити їх найбільшу продуктивність жуйних в зоні Карпат.

В зв'язку з цим нині є така важлива необхідність де потрібно експериментально обґрунтувати підхід до вивчення ефективності поживності речовин кормів для згодовування м'ясного комолого сименталу при середньому рівні годівлі в підконтрольному регіоні.

Постановка завдання. Мета статті – вирощування телиць нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби за різних зимових місяців народження в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.

Об'єктом досліджень були телиці нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних від дати народження до 9-ти місячного віку. Предметом наших досліджень була поживність кормів, раціони, продуктивність тварин, витрати кормів, економічні показники.

Для цього проведено науково-господарський дослід в діючому та ведучому в Україні племінному заводі ДП ДГ «Чернівецьке» на телицях – м'ясного комолого сименталу худоби де було відібрано 4 групи тварин в кожній по 10 голів згідно (табл. 1).

Умови утримання для всіх дослідних тварин були однаковими. Дослідження на ремонтних м'ясних телицях проводили в стійловому періоді та влітку без прив'язне на культурних пасовищах довготривалого використання за технологією м'ясного скотарства в підконтрольному регіоні Буковини.

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду

Група	Стать	Кіл. гол.	Місяць народження	Обліковий період	
				Зимовий період	Основний
Дослідна I	телиці	10	січень	Основний раціон (ОР):, силос кукурудзяний, сіно, солома, комбікорм, кухонна сіль	Випас на культурних пасовищах
Дослідна II		10	січень	ОР + введення вітаміну А	
Дослідна III		10	лютий	ОР так, як в I дослідній групі	
Дослідна IV		10	березень	ОР: + так, як в II дослідній групі	

В дослідженнях були використані методичні рекомендації з уніфікації досліджень з годівлі м'ясної худоби [1; 7–8]. Зміни живої маси телиць визначали за даними зважувань на початок досліді та в кінці. Біохімію крові виконували на аналізаторі KONE 120 МК. В жовтні місяці дослідні телиці були зважені для виявлення живої маси та розвитку за весь період досліді. В дослідженнях вивчали динаміку живої маси піддослідних телиць з вивченням методом індивідуального зважування щомісячно впродовж всього проведеного досліді. В дослідженнях використовували статистичний аналіз результатів досліджень, який проводився за допомогою розробленої програмного забезпечення MSExcel (2010) із використанням загально прийнятих параметричних методів статистики за умови нормального

розподілу даних із розрахунку середньої арифметичної величини (M) та похибки середньої арифметичної (m). Економічний аналіз одержаних даних проводили за методом розрахунку отриманих даних в досліді.

Виклад основного матеріалу дослідження. При використанні власних кормів було отримано такі зміни в живій масі та в енергії росту дослідних телиць за дослід (табл. 2).

Таблиця 2

Жива маса дослідних телиць за період досліду, ($M \pm m$, $n=10$)

ПОКАЗНИК	ДОСЛІДНІ РУПИ ТВАРИН			
	I	II	III	IV
Кількість тварин, гол.	10	10	10	10
Жива маса, кг: на початок досліду	27,5±1,7	29,3±1,9	28,3±1,3	28,2±1,4
перед виходом напасовище	127,0±1,2	135,5±1,4	103,3±1,7	115,4±1,5
Приріст: загальний, кг	100,0±1,3	105,7±1,1	75,0±1,9	87,2±1,5
середньодобовий, г	961,5±0,065	1066,8±0,076	714,3±0,85	830,5±0,35
Жива маса, кг: на кінець літнього періоду	215,9±2,1	205,7±1,3	195,7±1,9	176,9±1,7
Приріст: загальний, кг	188,4±1,2	176,4±0,9	167,4±1,6	148,7±1,9
середньодобовий, г	1058,4±0,025	991,1±0,037	940,4±0,045	835,4±0,085
Жива маса, кг: на кінець звітного періоду	240,7±1,9	226,7±1,7	216,2±2,4	195,2±2,1
Приріст: загальний, кг	24,1±1,7	21,0±1,5	20,5±1,9	18,3±1,3
середньодобовий, г	964,4±0,7	840,0±0,5	820,5±0,7	732,9±0,6
Витрати корму на 1 кг приросту, к. од.	5,7	5,9	6,3	6,7
Жива маса, кг: за весь період досліду	240,7±1,9	236,7±2,1	216,2±2,4	195,2±2,1
Приріст: загальний, кг	213,2±1,5	207,4±1,8	187,9±1,3	167,0±1,7
середньодобовий, г	1050,2±0,76	1021,6±0,85	925,6±0,65	822,7±0,35
Витрати корму на 1 кг приросту, к. од.	5,9	5,8	6,1	6,8

Дослідженнями встановлено, що протягом 104 днів стійлового зимового періоду досліду телиці I дослідної групи, які народилися в січні місяці, добові прирости становили – 961,5 г, що на 104,5 г (18,9 %) при ($P < 0,001$) менше від ровесників II дослідної групи, які народилися в лютому місяці з кращою оплатою корму продукцією, яка була в січневих телиць і становила 5,7 корм. од., що на 3,3 к. од., (5,7 %) менше від ровесників березневих ровесниць.

В досліді для народжених березневих телиць, яким додатково вводили, ще вітамін А взимку, добові прирости становили – 835,2 г, що на 223,3 г менше від ровесниць I дослідної групи. За 203 днів досліду при вирощуванні телиць I дослідної групи взимку та при випасанні влітку на культурних пасовищах, енергія росту

збереглася така сама, як в стійловому періоді досліду та становила – 964,4 г, що на – 231,5 г (31,5 %) більше за нащадків аналогів третьої групи. Результати досліду показує, що за весь період досліду протягом (203днів) телиці, які народилися в березні місяці добові прирости склали – 822,7 г, що на 102,9 г (12,5 %) менше за ровесниць, які народжені в лютому місяці в умовах передгірської регіону Буковини.

Так в наших дослідженнях, доведено, що в дослідних телицях третьої групи за однаковими умовами годівлі з додаванням взимку вітаміну А, продуктивність тварин за весь період проходила майже з однаковою інтенсивністю росту, яка була меншою та загальний приріст становив – 167,0 кг, що на 46,2 (27,7 %) менше за аналогів тварин, народжених в січні місяці. Отже, усі телиці дослідних груп досягли живої маси 195,2–240,7 кг в 9 місячному віці, жива маса в першій дослідній групі стала – 240,7 кг, що на 45,5 кг (23,3 %) більше за телиць народжених в березні місяці, а це, в свою чергу, сприяє на майбутнє більш ранньому господарському використанню телиць та зменшенню витрат на їх вирощування в умовах передгір'я Буковини.

Таким чином, наші дослідження показали, що телиці, які народилися в січні місяці і яких було віднесено до I – дослідної групи за МФС при народженні, в подальші періоди росту мали більше розвинену грудну клітку та задню частину тулуба, що вказує на кращий розвиток статей тіла та м'ясних якостей та міцність конституції.

Визначили динаміку живої маси дослідних телиць (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка живої маси дослідних телиць, кг

Вік, міс.	Дослідні групи											
	I			II			III			IV		
	M±m	±σ	Cv,%	M±m	±σ	Cv,%	M±m	±σ	Cv,%	M±m	±σ	Cv,%
Вирощування телиць на раціонах господарства												
При народженні	27,5 ± 0,28	0,83	2,9	29,3 ± 0,26	0,78	2,8	28,3 ± 0,2	0,78	2,8	28,2 ± 0,31±	0,68	2,3
3	127,0 ± 0,4	1,48	1,6	135,5 ± 0,65	1,96	2,0	103,3 ± 0,56	1,76	1,6	115,4 ± 0,45	1,65	1,8
7	215,9 ± 1,5	4,74	3,1	205,7 ± 1,8	5,55	3,5	195,7 ±1,5	4,7	4,5	176,9 ± 1,3	2,8	3,1
9	240,7 ± 1,6	4,83	2,3	226,6 ± 1,8	5,57	3,1	216,2 ± 1,5	4,1	4,7	195,2 ± 1,1	3,3	3,9

Встановлено (табл. 4), що в 3 і 7- місячному віці телиці мали більшу живу масу I дослідної групи відповідно від II та III дослідних груп на – 20,2 кг (16,8 %) та на 39,1 (22,9 %) кг (P > 0,95). У 9 віці цей показник був тільки в січневих телицях, який становив – 233,7 кг, що були тварини віднесені до першого і еліта класів

згідно розробленої нової інструкції для м'ясної худоби. При цьому, середньодобові прирости за весь період росту в телиць I дослідної групи становили – 1052,2 г, що на – 124,6 г (13,5 %) більше за ровесниць II групи, які народилися в березні місяці.

В кінці завершення досліду, взяли кров в дослідних телицях на біохімічні показники, про що наведено в (табл.4).

Встановлено, що концентрація білорубіну в сироватці крові 1- дослідної групи тварин дорівнювала 34,3 ммоль/л, в той час, як в II–III дослідних телицях даний показник був знижений відповідно до 22,4 і 15,5 ммоль/л. Важливим фактором печінки є визначення активності основних ферментів органоспецифічних в сироватці крові дослідних телиць.

Таблиця 4

Біохімічні показники крові м'ясних комолих телиць

Показник	Дослідні групи			
	I	II	III	IV
Холестирин, ммоль/л.	3,07±0,4	3,8±0,2	3,2±0,4	3,85±0,6
Глюкоза, ммоль/л.	3,5±0,5	3,9±0,005	3,5±0,5	3,76±,003
Білок г/л	72,6±5,8	89,3±3,9	70±7,6	89,7±4,3
АСТ, од/л.	63,3±2,9	113,3±3,6	58,3±2,7	111,2±2,5
Г-ГПТ, од/л.	23,3±3,4	29,6±1,4	20,0±0,6	30,7±1,7
КФК, од/л.	214,6±54,3	362,2±36,2	174,3±11,6	352,3±27,6
ЛДГ, од/л.	1398±177,5	1085±167,6	1405±169,5	1111±1,456
Амілаза, од/л.	185,1±58,2	342,6±56,3	120,2±46,5	331,5±45,3
Тригліцириди, ммоль/л.	0,11±0,07	0,09±0,07	0,13±0,06	0,07±0,05
Мочевина, ммоль/л.	27,3±12,1	57,3±2,0	15,3±11,3	53,7±13,5
Щолочна фосфатаза, од/л	82,3±67,2	56,8	49±39,4	121,8±51,7
АЛТ, од/л	16,6±0,6	24,3±3,6	4,6±3,7	23,4±2,8
Креатинін, ммоль/л.	156,2±8,4	154,3±17,7	140,1±20,1	151,3±15,3
Білорубін, ммоль/л.	34,3±26,0	11,9±0,9	18,8±6,1	10,7±0,7

Так активність алані нової амінотрансферази (АЛТ) в I дослідній до годівлі складала 185,1 од/л. В той же час, як в III дослідній групі тварин даний показник був значно підвищеним і склав 120,0 од/л. (P <0,05). Активність гамма – глюта-латпептидази (Г-ГТП) в I дослідній групі до годівлі була 23,0 од/л. Встановлено підвищення її активності в 11- дослідній групі до 29,6 од/л.

Вирощування дослідних м'ясних комолих телиць в різних зимових місяцях народження, які мають тенденцію до підвищення холестерину до годівлі, глюкози, білку, лужної фосфатази, АЛТ, Г – ГТП і зменшення концентрації білорубіну, АСТ, тригліциридів ЛДГ.

Таким чином, народженні дослідні телиці в січні, лютому та в березні та їх відлучення від матерів годувальниць не впливає на вміст креатиніну, глюкози, аспарагінової амінотрансферази в сироватці крові.

В дослідженнях визначали концентрацію обмінної енергії та сухої речовини на 100 кг живої маси м'ясних телиць (табл. 5).

Наведені в (табл. 5) дані свідчать про те, що споживання на 100 кг живої маси обмінної енергії в основному періоді досліду в 111-дослідній групі м'ясних телиць була 46,6 МДЖ, що на 19,3 МДЖ

Таблиця 5

Концентрація обмінної енергії

Групи	Приріст за основний період дослід, кг	Концентрація обмінної енергії на 1 кг сухої речовини, кг	Витрати на 1 кг приросту		Споживання на 100 кг живої маси	
			обмінної енергії, МДж	кормових одиниць	обмінної енергії, МДж	Сухої речовини, кг
I Дослідна	213,2	8,4	81,5	5,7	27,3	3,2
II Дослідна	207,4	8,4	81,9	7,3	39,1	4,6
III Дослідна	187,9	7,6	89,6	9,0	46,6	6,0
IV Дослідна	167,0	8,6	91,7	8,7	43,7	5,8

(7,6%) більшою за ровесників, які народилися в січні місяці. Отже, витрати обмінної енергії на 1 кг приросту живої маси у телиць народжених у січні становили – 81,5 МДж при витратах 5,7 к. од. з концентрацією обмінної енергії в 1 кг сухої речовини 8,4 МДж, що сприяло зменшенню споживання сухої речовини на 100 кг живої маси.

По закінченні наукових досліджень була визначена економічна ефективність отриманих на м'ясних телицях нової популяції м'ясних комолих сименталів нової генерації (табл. 6).

Таблиця 6

Економічна ефективність вирощування ремонтних телиць

Показник	Дослідні групи			
	I	II	III	IV
Середня жива маса 1 голови на кінець основного періоду дослід, кг	240,7	226,7	216,2	195,2
Загальний приріст живої маси 1 гол. за основний період вирощування, кг	213,2	207,4	187,9	167,0
Добовий приріст живої маси, г	1050,2	1021,6	925,6	822,7
Затрати кормів на 1 ц приросту живої маси, ц .к. од.	5,9	5,8	6,1	6,8
Собівартість 1 ц приросту живої маси, грн.	1050	1050	1050	1050
Чистий прибуток за 1 ц живої маси, грн.	644,4	505,9	409,4	450,2
Рентабельність, %	61,4	48,2	38,9	42,8

Дослідженнями доведено (табл. 6), що кращі економічні показники отримано в I дослідній групі, в яких затрати кормів на 1 ц приросту живої маси склали 8,7 ц. к. од., собівартість приросту живої маси 1 голови за період вирощування дорівнювала 1050 грн. Чистий дохід на 1 голову в даній групі був найбільшим і становив – 644,4 грн при рентабельності – 61,4%. Таким чином при проведенні економічної ефективності з вирощування телиць м'ясного комолого сименталу нової генерації, які народилися в січні місяці, при цьому досягаються добові прирости – 1050,2 г, що на 124,4 г (13,4%) більше від ровесниць березневих із рентабельністю – 61,4%, що забезпечує розроблену інтенсивну технологію вирощування м'ясної худоби, яка виявилась економічно перспективною в умовах регіону Буковини.

Висновки: За результатами досліджень встановлено, що телиці м'ясного комолого сименталу худоби народжені в січні місяці, які досягають добових приростів

в стійловому періоді – 961,5 г, що на 153,3 г (18,9 %) більше від ровесників лютневих, що сприяє розроблену технологію годівлі на майбутнє де необхідно більш ранньому господарському використанню телиць та зменшенню витрат на їх вирощування в умовах Буковини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А.О. Методика проведення дослідів з кормо виробництва і годівлі тварин. Київ : Аграрна наука, 1998. 78 с.; Калинка А.К. Інтенсивність росту м'ясних сименталів в умовах передгір'я Карпат. *Тваринництво України*. № 6. 2009. С. 17–20.
2. Калинка А.К. Інтенсивне вирощування ремонтних бугайців симентальської м'ясної породи американської селекції в умовах передгір'я Карпат. *Тваринництво України*. 2003. № 11. С. 19–20.
3. Калинка А.К., Повозніков М. Г. Відгодівельні якості молодняку м'ясної худоби на різних типах годівлі в передгір'ї Карпат. *Зб. наукових праць Подільського держ.-тех. університет*. М. Кам'янець-Подільський. 2004. № 12. С. 159–162.
4. Калинка А. К. Вплив раціонів на відгодівельні якості м'ясного молодняку. *Тваринництво України*. 2002. № 8. С. 26–27.
5. Криворучко Ю. І. М'ясна продуктивність телиць різних генотипів створюваної української симентальської м'ясної породи *Тваринництво України*. 2002. № 6. С. 23–24.
6. Богданов Г.О., Славов В.П., Ібатулін І.І. та ін. Методичні рекомендації уніфікації досліджень по годівлі м'ясної худоби. Київ, 2002. 42 с.
7. Методичні основи досліджень по технології м'ясного скотарства : методичні рекомендації / Є.І. Чигринов, О.М. Маменко, В.Т. Прудніков та ін. Харків: ІТ УААН, 1998.60 с.
8. Організація нормованої годівлі великої рогатої худоби м'ясних порід та типів : рекомендації / А.Т. Цвігун, М.Т. Повозніков, С. М. Блюсюк, Ю.Ф. Мельник та ін. Київ, 1999. 73 с.

УДК 504.5:637.5'64

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.38>

РОЗРОБКА СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ РІДКОГО ГНОЮ НА СВИНОКОМПЛЕКСІ

Маслов В.І. – керівник департаменту тваринництва,

Товариство з обмеженою відповідальністю «Агропрайм Холдинг»

Лимар В.О. – головний технолог,

Товариство з обмеженою відповідальністю «Агропрайм Холдинг»

Іванов В.О. – д.с.-г.н., професор,

провідний науковий співробітник лабораторії інноваційних технологій

та експериментальних тваринницьких об'єктів,

Інститут свинарства і агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

Онщенко А.О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії екологічної безпеки в тваринництві,

Інститут свинарства і агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

У роботі проведено аналіз факторів забруднення навколишнього середовища на промислових свинокмплексах та шляхи економічно ефективних методів очищення повітря та утилізації гною.

Метою досліджень була розробка способів утилізації рідкого гною на свинокмплексі за використання відходів спиртової промисловості.

Дослідження проводили на базі ТОВ «Агропрайм Холдинг» Одеської області у секторі відгодівлі молодняка. Методом дослідження є метод теоретичного узагальнення та монографічний аналіз досліджень з проблемного питання. Результати досліджень були опрацьовані за загальновідомими зоотехнічними методиками.

Розглянута технологія використання спиртової та коньячної барди для дезодорації гноївки у підпідлогових каналах свинарника. Встановлено вміст газів у гнойовій підпідлоговій ванні свинарника за різного співвідношення спиртової барди і гною. Проведений моніторинг неприємного запаху і шкідливих газів підтвердив доцільність застосування нового способу нейтралізації неприємних запахів. На основі проведених досліджень розроблено спосіб утилізації рідкого гною, який полягає у застосуванні біологічного деструктора і дезодоранту, який відрізняється тим, що в якості дезодоранту для ліквідації неприємного специфічного запаху гноївки використовують відходи виробництва етанолу – спиртової і коньячної барди при їх співвідношенні до рідкого гною 1:8–1:10.

У результаті впровадження даного технологічного рішення в практику мало місце повна нейтралізація аміаку і сірководню, які утворюються на свинарському підприємстві, що сприяло ліквідації неприємних запахів та покращенню екологічного стану. Зокрема в результаті взаємодії лугових основ мінеральних і органічних кислот аміак перетворюється у амоній, який не має неприємного запаху.

Ключові слова: свинокмплекс, екологія, мікроклімат, шкідливі викиди, неприємні запахи, барда, дезодорація, утилізація гною.

Maslov V.I., Lyamar V.O., Ivanov V.O., Onyshchenko A.O. Development of methods for the disposal of liquid manure in the pig complex

In the paper it has been analyzed the environmental pollution factors at industrial pig complexes and the ways of cost-effective methods of air purification and manure disposal.

The purpose of the research was to develop methods of disposal of liquid manure on a pig complex using waste from the alcohol industry.

The research was conducted on the basis of "Agroprime Holding" LLC of the Odesa region in the sector of fattening young animals. The method of research is the method of theoretical generalization and monographic analysis of studies on a problematic issue.

The research results were processed according to well-known zootechnical methods.

The technology of using alcohol and cognac bard for deodorizing manure in the underfloor channels of the pig farm is considered. The content of gases in the manure subfloor bath of the pig farm was determined for different ratios of alcohol bard and manure. The conducted monitoring of unpleasant odors and harmful gases confirmed the expediency of using a new method of neutralizing unpleasant odors. On the basis of the conducted research, a method of disposal of liquid manure has been developed, which consists in the use of a biological destructor and a deodorant, which is distinguished by the fact that as a deodorant to eliminate the unpleasant smell of manure, waste from the production of ethanol is used – alcohol and brandy bard at their ratio to liquid manure 1: 8-1:10.

As a result of the implementation of this technological solution in practice, the complete neutralization of ammonia and hydrogen sulfide, which are formed at pig farms, contributed to the elimination of unpleasant odors and the improvement of the ecological situation.

In particular, as a result of the interaction of alkaline bases of mineral and organic acids, ammonia turns into ammonium, which does not have an unpleasant smell.

Key words: pig complex, ecology, microclimate, harmful emissions, unpleasant odors, bard, deodorization, manure disposal.

Постановка проблеми. У більшості країн світу відходи свинарства є найголовнішими забруднювачами навколишнього середовища. Внаслідок викидів шкідливих газів, пилу та запахів із сучасних свинарських ферм і комплексів відбувається забруднення атмосферного повітря, що негативно впливає на довкілля та на психологічний стан місцевого населення. Крім того, шкідливі викиди негативно впливають на здоров'я та благополуччя як тварин, так і працівників ферми [8, с. 1].

Більшість неприємних запахів, що надходять від свинарників, є складною сумішшю летких газів, які являються продуктами життєдіяльності тварин. До них відносяться аміак, сірководень, індоли, скатоли, феноли, меркаптани та інші [2, с. 2].

Найчастіше запах є результатом неконтрольованого анаеробного розкладання гною. Запах, який відчуває людина, може бути комбінацією від 60 до 150 різних сполук [12, с. 1].

Тому у наукових закладах розвинутих країн світу інтенсивно ведуться розробки, щодо економічно ефективних методів очищення повітря та утилізації гною [5, с. 121; 9, с. 5; 15, с. 163; 16, с. 233]. У контексті викладеного матеріалу, перед науковцями стоїть задача поглибити комплексні наукові дослідження щодо використання нетрадиційних біологічних матеріалів (біодеструкторів) для утилізації гною на свинокомплексах України. Серед яких досить привабливим матеріалом являються барда, яка є продуктом переробки зерна та винограду на спиртових заводах, також так звані комплексні біологічні речовини такі як комплексин. Наявність в їх складі біологічно активних органічних і мінеральних сполук при взаємодії з аміаком і сірководнем, які знаходяться у рідкому гною призводить по-перше – до нейтралізації сморідливих запахів, а по-друге – до отримання органічно-мінеральної суміші, яка потребує нових підходів для подальшої утилізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, основними переносниками запахів є: гній, пил і водяна пара [12, с. 2]. Тому для очищення повітря пропонується використовувати хімічні та біологічні фільтри, витягну вентиляцію повітря із замкнутого тваринницького приміщення. Однак для цього потрібне потужне обладнання, а це в свою чергу потребує високої вартості інвестицій та експлуатації системи. Існує багато доступних технологій для мінімізації запаху, таких як модифікація дісти, вентиляція, щоденне прибирання гною, застосування біофільтрів, вакуумної системи видалення гною та переробка його на біогазових установках, покриття лагун пластиковою плівкою, ароматизація гною мікробними препаратами, гідроуловлення пилу, насадження зелених бар'єрів із дерев і чагарників [4, с. 125; 1, с. 10; 11, с. 20; 13, с. 734; 14, с. 17; 15, с. 243; 17, с. 677].

Відомо, що провідна роль в процесі переробки гною належить мікроорганізмам. Для прискореного розв'язання проблеми переробки гною на сучасних свинарських підприємствах, на думку українських вчених, слід проводити поєднання технологій анаеробного зброджування і прискореного біотермічного компостування [6, с. 36; 7, с. 22].

В Україні застосовано мікробіологічний препарат ТМ «Водограй», який сприяє видаленню протягом декількох діб неприємного специфічного запаху з приміщень. Автор пояснює їх здатністю асимілювати азот із сечовини, знезаражувати субстрат від бактерій, які викликають гнійні анаеробні процеси з виділення аміаку та сірководню та наполягає на тому, що майбутні інновації зі зберігання гною, переробки та очищення стічних вод будуть базуватися на біотехнологіях [1, с. 10].

Відомий спосіб застосування мікробіологічного препарату «Біопрогрес» для утилізації гною, згідно якого, решітчасту підлогу у відсіку для свиней обприскують 50 % водним розчином біопрепарату «Біопрогрес» з розрахунку 300 г розчину на 1 голову свиней. Обприскування здійснюють один раз на тиждень у чітко визначений день через 1–2 дня після змивання відходів. Далі відходи подають на сепарацію для розділення на фракції, причому рідку фракцію подають у лагуни, де на 1 тону гноївки додають 6 л препарату «Біопрогрес» [3, с. 2].

Недоліком даного способу є те, що перед використанням біопрепарату необхідно спочатку знизити лужність свіжої гноївки з (рН 8,0) до нейтральної (рН 6,1–7,0) відповідними реактивами, що здорожує і ускладнює технологічну операцію.

На підставі вищезазначених матеріалів актуальним на сучасному етапі є розробка біотехнологічних способів утилізації продуктів життєдіяльності свиней.

Мета досліджень – розробка способів утилізації рідкого гною на свинокомплексі за використання відходів спиртової промисловості.

Постановка завдання. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агропрайм Холдинг» Одеської області у секторі відгодівлі молодняка. Методом дослідження є метод теоретичного узагальнення та монографічний аналіз досліджень з проблемного питання. Результати досліджень були опрацьовані за загальновідомими методиками [18, с. 8].

Виклад основного матеріалу досліджень. Для ліквідації неприємного специфічного запаху гноївки нами використані відходи виробництва етанолу – спиртової і коньячної барди при їх співвідношенні до рідкого гною 1:8–1:10.

Реалізація поставленого завдання відбувається у такий спосіб. Перед експлуатацією у гнойову ванну приміщення вносять барду в залежності від її виду. Це пов'язано із різним вмістом окислюючих речовин у спиртовій і коньячній барді. Тому, в залежності від наявності сировини у гнойові ванни окремо вносять спиртову і коньячну барду у співвідношенні 1:8–1:10 і до їх робочого об'єму.

Така концентрація барди достатня для забезпечення стійкого процесу дезодорації гноївки впродовж 14–21 днів. Такий режим обумовлений тим, що у свинарниках гнойові ванни заповнюються два-три тижні, а потім спорожнюються. В результаті хіміко-біологічних процесів, які відбуваються при взаємодії компонентів гною і барди у субстраті повністю нейтралізується неприємний специфічний запах.

Можливість нового застосування барди обумовлено дезодоруючими властивостями та її дешевизною, так як витрати пов'язані тільки з її транспортуванням.

Після закінчення процесу відгодівлі свиней частково утилізований у ваннах рідкий гній подається на виготовлення компосту.

Для визначення ефективності процесу дезодорації рідкого гною спиртовою бардою нами використана одна контрольна і три дослідні підпідлогові ванни. Контрольну ванну свинарника об'ємом 20,0 м³ рідкого гною заповнювали рідким гномом молодняку свиней впродовж 2–3 тижнів, а першу, другу, третю дослідну ванну перед експлуатацією заповнили спиртовою бардою, яку вносили у підлогову ванну у кількості 2,5; 2,2; 2,0 м³. Кожного тижня вміст аміаку і сірководню визначали хімічним, а запах – органолептичним способами. Нами встановлено, що в процесі моніторингу неприємний запах у підпідлоговій ванні не відчувався і не реєструвався, що свідчить про відсутність вмісту шкідливих газів (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст газів у гнойовій підпідлоговій ванні свинарника за різного співвідношення спиртової барди і рідкого гною

Група	Співвідношення барди і рідкого гною	CO ₂ %, об.	H ₂ S мг/м ³	NH ₃ мг/м ³
Контрольна	–	0,12 ± 0,011	9,3 ± 1,16	12,4 ± 1,03
Дослідна 1	1:8	0,02 ± 0,002	0,05 ± 0,03	0,17 ± 0,01
Дослідна 2	1:9	0,04 ± 0,013	0,10 ± 0,06	0,26 ± 0,03
Дослідна 3	1:10	0,05 ± 0,011	0,19 ± 0,07	0,36 ± 0,02

Дані таблиці 1 свідчать про ефективність використання спиртової барди у якості дезодоранту.

Аналогічно визначали ефективність застосування коньячної барди у якості дезодоранту. Отримані дані наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

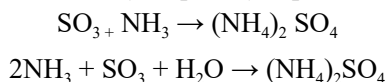
Вміст газів у гнойовій підпідлоговій ванні свинарника за різного співвідношення коньячної барди і рідкого гною

Група	Співвідношення барди і рідкого гною	CO ₂ %, об.	H ₂ S мг/м ³	NH ₃ мг/м ³
Контрольна	–	0,12 ± 0,012	9,6 ± 1,7	13,4 ± 1,23
Дослідна 1	1:8	0,01 ± 0,009	0,06 ± 0,03	0,15 ± 0,01
Дослідна 2	1:9	0,02 ± 0,002	0,13 ± 0,04	0,24 ± 0,03
Дослідна 3	1:10	0,03 ± 0,003	0,20 ± 0,05	0,37 ± 0,02

У результаті впровадження даного технологічного рішення в практику мало місце повна нейтралізація аміаку і сірководню, які утворюються на свинарському підприємстві, що сприяло ліквідації неприємних запахів та покращенню екологічного стану. Зокрема в результаті взаємодії лугових основ мінеральних і органічних кислот аміак перетворюється у амоній, який не має неприємного запаху.

Нижче наводимо основні хімічні процеси, які відбуваються при взаємодії гною і барди.

Оксид сірки взаємодіє із аміаком утворює сульфат амонію:

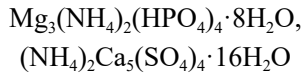


Основне рівняння реакції розчину амонію з солями фосфору та магнію або кальцію:



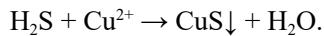
Розчин амонію взаємодіє з фосфат іонами та іонами магнію з утворенням нерозчинної речовини монофосфату магнію, амонію.

Також можуть утворюватися більш складні сполуки з іонами кальцію та сульфат іонами:

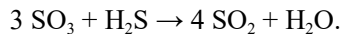


Поряд з цим, можуть утворювати аміни: R-NH₂ з яких вищі аміни також є не розчинними.

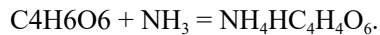
Щодо сірководню, то у воді він утворює сульфідну кислоту, яка із іонами міді також утворює нерозчинні сполуки, наприклад:



Крім того, оксид сірки розчиняється у воді з утворенням нестійкої сірчистої кислоти:



Винна кислота, яка головним чином знаходиться у барді у вигляді виннокислого калію, при взаємодії із аміаком нейтралізує його, утворюючи нерозчинний виннокислий амоній:



Таким чином, ефективність способу полягає в тому, що він, по-перше забезпечує нейтралізацію аміаку і сірководню, що утворюються в гнойових ваннах та сприяє ліквідації неприємних специфічних запахів, по-друге, – сприяє утилізації барди та покращенню екологічного стану, по-третє, – дешевий.

Останні дві тези потребують пояснення. Справа в тому, що різні види барди, як відходи спиртового виробництва, забороняється скидати у водойми або в каналізацію без попередньої переробки, щоб не забруднювати довкілля. Для утилізації барди необхідні великі кошти. Після її використання на свинокомплексах в якості дезодоранту, барда разом з рідкою гнойовкою проходить всі стадії утилізації і тому не потребує додаткової переробки.

Таким чином, використання барди як біологічного дезодоранту рідкого гною свиней, доцільно застосовувати на свинокомплексах.

Висновок. Розроблено спосіб утилізації рідкого гною, який полягає у застосуванні біологічного деструктору і дезодоранту, який відрізняється тим, що в якості дезодоранту для ліквідації неприємного специфічного запаху гнойовки використовують відходи виробництва етанолу – спиртової і коньячної барди при їх співвідношенні до рідкого гною 1:8–1:10.

Перспективи подальшого розвитку даного напрямку наукової роботи буде спрямовано на удосконалення утилізації гною шляхом застосування біотехнологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Беденков Є. Л. Екологічний вплив на довкілля підприємств із виробництва свинини. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах* : матеріали VIII Міжнародної наукової конференції. Дніпро : Ліра, 2015. С. 9–10.

2. Запахи від тваринництва: причини та способи їх усунення. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/828-zapahi-vid-tvarinnitstva-prichini-ta-sposobi-usunennya>

3. Пат. 143443. Україна. Спосіб утилізації відходів свинокомплексів, МПК C02F 3/00 C05F 3/0 / Брошак І. С., Малюта Ю. С., Гуйван М. Д. та ін. ; заявл. 10.03.2020 опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.
4. Свинарство : монографія / Волощук В. М. та ін.; Київ : Аграрна наука, 2014. 592 с.
5. Слободяник М. С. Біоконверсія органічних відходів: теорія і практика / М. С. Слободяник, К. О. Чеботько, Л. В. Войтенко, В. А. Копілевич, В. В. Жирнов, В. Є. Косматий. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2015. 208 с.
6. Шевченко І. А., Ляшенко О. О. Сучасні аспекти утилізації гною свиней. *Пробиткове свинарство*. 2012. № 5 (11). С. 36-40.
7. Шумейко К., Зінченко М. Інноваційні технології переробки органічних відходів тваринницьких підприємств. *Specialized and multidisciplinary scientific researches*. Vol. 5. DOI: 10.36074/11.12.2020. v .5.05. p.22-23.
8. Andretta I., Hickmann F., Remus A. et. al. Environmental Impacts of Pig and Poultry Production: Insights From a Systematic Review. Systematic Review article Front. Vet. Sci., 27 October 2021. *Sec. Animal Nutrition and Metabolism*. 2021. Vol. 8. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.750733>
9. Bjerg B. An engineering approach for effective cleaning exhaust air from livestock housing: a review of Danish experiences of using partial pit air exhaust. In Proceedings of the International conference of Agricultural Engineering. AgEng. 2014. C0213. DOI: https://www.academia.edu/15134086/An_engineering_approach_for_effective_cleaning_exhaust_air_from_livestock_housing_A_Review_of_Danish_experiences_of_using_partial_pit_air_exhaust
10. Chen L., Hoff S., Cai L. et.al. Evaluation of Wood Chip-Based Biofilters to Reduce Odor, Hydrogen Sulfide, and Ammonia from Swine Barn Ventilation Air. June 2009. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 1995. № 59 (5). P. 520–30. DOI: 10.3155/1047-3289.59.5.520
11. Iregbu G. U., Kubkomawa I. H., Okoli C. G. et.al. Environmental concerns of pig waste production and its potentials as bio fuel source. *Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2014. № 1 (3). P. 17–24.
12. John P. Chastain. Air Quality and Odor Control From Swine Production Facilities. URL: https://www.clemson.edu/extension/camm/manuals/swine/sch9_03.pdf
13. Le P. D., Aarnink A. J. A., Jongbloed A. W. et. al. Effects of dietary crude protein level on odour from pig manure. *Animal*. 2007. Vol. 1. Is. 5. P. 734–744: DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731107710303>
14. Machete J.B., Chabo R.G. A review of piggery manure management: generally, across western, Asian and African countries. *Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences*. 2020. № 14 (1). P. 17–27. DOI: 10.37106/bojaas.2020.17.
15. Niraj B., Madhav A., Maheshwar D. A. Review: Practical Approaches for Mitigation of Odor from Pig Farm in Nepa. URL: https://www.researchgate.net/publication/353378447_A_Review_Practical_Approaches_for_Mitigation_of_Odor_from_Pig_Farm_in_Nepal
16. Norton T., Bjerg B. Modelling of ammonia emissions from naturally ventilated livestock buildings. Part 1: Ammonia release modelling. *Biosystems Engineering*. November 2013. № 116 (3). P. 232–245. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2013.08.001
17. Zhang, G. ; B. Bjerg; J. Strom, and P. Kai. Reducing Odor Emission from Pig Production Buildings by Ventilation Control: Conference: Livestock Environment VIII, 31 August – 4 September 2008, Iguassu Falls, Brazil. September, 2008.
18. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / Ібатулін І.І. та ін. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.

УДК 619:616.32:637

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.39>

ОБМІН СІРКИ В ОВЕЦЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ГЕНЕТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ І СПОСОБУ УТРИМАННЯ

Приліпко Т.М. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри харчових технологій виробництва
й стандартизації харчової продукції,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Коваль Т.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри хімії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Наведені результати досліджень з порівняльного вивчення обміну речовин проводилось на трьох породних групах овець: на тонкорунних (асканійських), курдючних (гісарських) та їх помісях. Встановлено, що відносно більш консервативним виявився обмін у чистопородних тонкорунних овець. Вони найбільш стійко зберігали притаманні їм характеристики обміну при зміні режиму утримання. Обмін в курдючних овець був менш стійким. Найбільшою лабільністю обміну відрізнялись помісні вівці. В них була виявлена найбільш висока мінливість окисних процесів, при зміні умов в них більш різко перебудовувався обмін. В овець був виявлений ряд особливостей обміну сірки, пов'язаних з інтенсивним утворенням у них вовни. В овець підвищене виділення сірки в калі, в сечі більш висока фракція нейтральної сірки, в літньо-осінній період в окисненій сірці відносно вище питома вага фракцій ефіросірчанних кислот, що може бути викликано збільшенням надходження ароматичних сполук із зеленим кормом і посиленням процесів детоксикації, пов'язаних з надмірним розвитком мікрофлори шлунково-кишкового тракту. Відмінності між породами були виявлені за вмістом сірки в крові, м'язах, а особливо в шкірі і в вовні. В овець курдючних і каракульських в шерсті міститься 2,9–3,1% сірки, в тонкорунних і помісних з тонкою вовною 3,3–3,8%. У тонкорунних овець підвищений вміст сірки в еритроцитах і сироватці крові, в білках сироватки в них відносно більше альбумінів, в яких вміст сірки вищий, ніж в глобулінах. У помісних овець вміст сірки значно зростає уже в першому поколінні до формування вовнового покриву, типового для тонкорунних овець. На хімічний склад крові і тканин, різні біохімічні механізми, пов'язані з характером продуктивності, спадкова природа організму може впливати до виявлення відповідних змін екстер'єру. Вивчення динаміки обміну сірки показало його високу лабільність залежно від умов утримання і годівлі, пори року, фізіологічного стану тварин, пери за все їх вгодованості, і від спадкової природи. При погіршенні годівлі вміст сірки, особливо в шкірі, зменшується в 2,0–2,5 рази, падає відношення сірки до азоту, що свідчить про збіднення шкіри сірко-вмісними сполуками небілкового характеру.

Ключові слова: вовна, вівці, обмін речовин, сірка, біохімічні механізми, годівля, утримання.

Prylipko T.M., Koval T.V. Exchange of sulfur in sheep depending on genetic characteristics and method of maintenance

The presented results of studies on the comparative study of metabolism were carried out on three breed groups of sheep: thin-fleece (Ascanian), short-fleece (Hisar) and their crossbreeds. It was established that the exchange was relatively more conservative in purebred thin-fleece sheep. They most stably preserved their inherent exchange characteristics when the mode of maintenance was changed. The exchange in suckling sheep was less stable. Domestic sheep were characterized by the greatest exchange lability. In them, the highest variability of oxidative processes was found, when the conditions changed, the exchange in them was more dramatically rearranged. In sheep, a number of features of sulfur metabolism associated with the intensive formation of wool were discovered. In sheep, there is an increased excretion of sulfur in the feces, a higher fraction of neutral sulfur in the urine, in the summer-autumn period, in the oxidized sulfur, the specific weight of fractions of ether sulfuric acids is relatively higher, which can be caused by an increase in the intake of aromatic compounds with green fodder and an increase in detoxification processes, associated with excessive development of microflora

of the gastrointestinal tract. Differences between breeds were found in the content of sulfur in blood, muscles, and especially in skin and wool. Kurdyuch and Karakul sheep contain 2.9–3.1 % sulfur in their wool, and 3.3–3.8 % in fine-wool and cross-breed sheep with fine wool. Fine-wool sheep have an increased content of sulfur in erythrocytes and blood serum, in serum proteins they have relatively more albumins, in which the content of sulfur is higher than in globulins. In cross-breed sheep, the sulfur content increased significantly already in the first generation before the formation of a wool cover, typical for thin-fleece sheep. The chemical composition of blood and tissues, various biochemical mechanisms related to the nature of productivity, the hereditary nature of the organism can affect the detection of relevant changes in the exterior. The study of the dynamics of sulfur exchange showed its high lability depending on the conditions of keeping and feeding, the season, the physiological state of animals, first of all, their fatness, and hereditary nature. When nutrition deteriorates, the content of sulfur, especially in the skin, decreases by 2.0–2.5 times, the ratio of sulfur to nitrogen falls, which indicates the impoverishment of the skin by sulfur-containing compounds of a non-protein nature.

Key words: wool, sheep, metabolism, sulfur, biochemical mechanisms, feeding, maintenance.

Постановка проблеми. Формування в процесі еволюції у тварин типових для них фізіологічних та метаболічних функцій, при породоутворенні сільськогосподарських тварин, які виявляються в певній продуктивності, здійснюється в процесі виникнення та закріплення специфічної направленості процесів обміну, тобто встановлення певного типу обміну речовин. Тому виявлення видових або породних особливостей обміну речовин, типу обміну, крім важливого значення таких досліджень для розробки основ правильної годівлі та утримання тварин є також однією з важливих задач еволюційної біохімії в галузі тваринництва [6, с. 328; 9, с. 26].

Крім впливу на організм середовища існування суттєвим фактором еволюції є зміна спадкової природи шляхом схрещування, в результаті чого виникають нові тварини, які відрізняються морфологічними, функціональними і біохімічними особливостями. У сільськогосподарських тварин це знаходить своє вираження також у зміні господарсько-корисних властивостей і продуктивності [9, с. 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Новий тип обміну в отриманих помісей повинен визначатися з одного боку ступенем збереження у нащадків обміну і зв'язків із середовищем їх пращурів і з другого – новими особливостями обміну, зумовленими взаємодією в нових поколіннях двох генетично відмінних і в деяких відношеннях суперечливих начал, а також можливими новими взаємозв'язками їх із зовнішнім середовищем. Безперечно, можна очікувати, що тип обміну речовин у нащадків буде ближчим до тих предків, які сильніше впливають на морфологічні, фізіологічні особливості і характер продуктивності нових поколінь [10, с. 211].

Поширене поняття «тип обміну речовин» з точки зору біохімічних досліджень потребує уточнення. Широке поняття типу обміну речовин, який формується в залежності від спадкової природи організму, що відображає умови його філогенетичного розвитку, а також конкретні умови існування і зв'язки із зовнішнім середовищем, визначається з точки зору біохімічних підходів такими конкретними характеристиками: хімічний склад крові і тканин із врахуванням його зміни в залежності від пори року, характеру годівлі, фізіологічного стану, статі, віку тощо; рівень обміну – кількісне споживання поживних речовин, що забезпечує нормальні процеси життєдіяльності із врахуванням їх мінливості, і інтенсивність, тобто напруженість процесів обміну по відношенню до маси тіла;в) специфічність здійснення перетворення речовин в процесі метаболізму особливими хімічними реакціями, характерними для даного виду, і направленість обміну, тобто відносне переважання деяких метаболічних перетворень і синтезів [8, с. 40; 10, с. 105].

У сільськогосподарських тварин і різноманітних корисних ссавців, птахів, риб, комах тощо специфічність обміну характеризує напрям їх продуктивності і можливість промислового використання для отримання різного типу білків (м'яса, молока, яєць, ікри, пера, шовку), ліпідів (масла, сала, воску, риб'ячого жиру), вуглеводів (глікогену, меду), мінеральних речовин (вапняку, крейди, коралів, перламутру, перлів) тощо; консервативність або реактивність обміну – ступінь зміни і характер перебудови обміну в залежності від різноманітних впливів середовища або від впливу на спадкову основу, наприклад, схрещування; в значній мірі вона визначає і пристосувальні можливості тварини; регуляція обміну – участь нервово-гуморальних факторів і ферментних систем у встановленні взаємозв'язків організму із зовнішнім середовищем, у підтриманні певного рівня обміну або в перебудові обміну, яка забезпечує життя тварини у випадку зміни умов існування [3, с. 5; 5, с. 13].

Той або інший вид продуктивності сільськогосподарських тварин пов'язаний з деякою спеціалізацією, посиленням окремих напрямків обміну. Тому характеристика типів обміну, встановлення його зв'язку з продуктивністю, пошук шляхів впливу на обмін у бажаному напрямку представляє безпосередній інтерес для практики [2, с. 46].

При вивченні спеціалізованої продуктивності найбільшу увагу привертають ті сторони обміну, які для неї найбільш типові. Для виробництва шерсті, як білкового продукту, що відрізняється високим вмістом сірки, провідну роль мають азот і сірка, хоч безперечно, що будь-які ланцюги комплексного процесу нерозривно пов'язані із всім різноманіттям перетворень різних видів матерії в живому організмі. Концентрування уваги на одному якомусь елементі – це штучний прийом, викликаний обмеженими можливостями експерименту [7, с. 241].

Результати досліджень. Порівняльне вивчення обміну речовин проводилось на трьох породних групах овець: на тонкорунних (асканійських), курдючних (гісарських) та їх помісях [1, с. 183; 4, с. 242]. Були виявлені значні відмінності у ряді характеристик обміну, в тому числі в його константності, в реакціях на несприятливі впливи. Відносно більш консервативним виявився обмін у чистопородних тонкорунних овець. Вони найбільш стійко зберігали притаманні їм характеристики обміну при зміні режиму утримання. Обмін в курдючних овець був менш стійким. Найбільшою лабільністю обміну відрізнялись помісні вівці. В них була виявлена найбільш висока мінливість окисних процесів, при зміні умов в них більш різко перебудовувався обмін. Більш висока реактивність помісних овець, можливо, зумовлює їх краще пристосування до оточуючих умов, більш високу життєздатність і витривалість, що проявлялось зокрема у покращенні перетравлювання та засвоєння корму.

Вовна, отримана від овець, є найціннішою сировиною для промисловості, не дивлячись на великі успіхи хімії у виробництві технічних матеріалів. Тому та увага, яку приділяють вчені дослідженню утворення вовни, її будові, складу, факторам, що сприяють збільшенню її продукції та покращенню якості є безперечною [8, с. 42].

У вовні міститься біля 20% Нітрогену, 50–52% Карбону, 6–7% Гідрогену, 21–24% Оксигену, 2,5–4,5% Сульфуру. Не дивлячись на те, що вміст сірки в вовні порівняно невеликий, вивчення її обміну має важливе значення, так як сірка в кератині входить в склад цистину, який забезпечує певну структуру кератину, ті множинні дисульфідні зв'язки між ланцюгами поліпептидів, які надають йому особливо високої міцності [10, с. 301].

При вивченні обміну, пов'язаного із вовною продуктивністю, значна увага була приділена вивченню складу вовни, особливостям обміну сірки та утворенню шерсті, дії на ріст вовни різних сірковмісних підкормок. Поряд з вивченням обміну стабільної сірки також використовувався в досліджах її радіоактивний ізотоп S^{35} .

В овець був виявлений ряд особливостей обміну сірки, пов'язаних з інтенсивним утворенням у них вовни, а також особливості обміну, які притаманні жуйним. В овець в порівнянні з нежуйними тваринами відносно підвищене виділення сірки в калі, в сечі більш висока фракція нейтральної сірки, в літньо-осінній період в окисненій сірці відносно вище питома вага фракцій ефіросірчаних кислот (таблиця 1).

Таблиця 1

Обмін сірки в овець

Група овець	Число овець	Виділено сірки		Вміст фракцій сірки в сечі (% від загальної сірки)			
		всього (мг/кг)	із сечею (%)	окиснена	ефіро-сірчана	неорганічна	нейтральна
Пасовищне утримання							
Курдючні	20	70,8	28	74	48	26	26
Помісні	14	72,8	29	80	51	30	19
Асканійські	16	49,8	28	78	43	35	21
Стійлове утримання							
Курдючні	11	36,1	20	67	32	35	32
Помісні	7	30,6	25	78	47	30	22
Асканійські	10	35,8	22	68	30	38	32

Це може бути викликано збільшенням надходження ароматичних сполук із зеленим кормом і посиленням процесів детоксикації, пов'язаних з надмірним розвитком мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

В ранньовесняний період, найбільш важкий для маток при пасовищному утриманні, оскільки в цей час завершення кінності співпадає з найбільш низькою якістю пасовищного корму, фракція ефіросірчаних кислот зменшена; це відображає послаблення ферментної активності печінки і погіршення процесів детоксикації. Загальновідома менша стійкість овець до несприятливих впливів у весняний період.

Одне із виражень весняного «стресу» (напруження фізіологічних функцій) – це пониження гормонуутворюючої функції наднирників, що виражається у зниженні виробництва ними 17-оксикортикостероїдів, як це встановлено в дослідженнях обміну у асканійських овець. Воно вказує на послаблення процесів адаптації в овець в цей період.

Відмінності між породами були виявлені за вмістом сірки в крові, м'язах, а особливо в шкірі і в вовні. В овець курдючних і каракульських в шерсті міститься 2,9–3,1 % сірки, в тонкорунних і помісних з тонкою вовною 3,3–3,8 %. У тонкорунних овець підвищений вміст сірки в еритроцитах і сироватці крові, в білках сироватки в них відносно більше альбумінів, в яких вміст сірки вищий, ніж в глобулінах (таблиця 2).

В балансових дослідях з використанням S^{35} було встановлено, що вони більш економно використовують в обміні сірковмісні сполуки (таблиця 3).

Таблиця 2

Вміст сірки в крові і тканинах в овець різних порід

Група овець	Вміст сірки (мг %)		
	в крові	в м'язах	в шкірі
Пасовищне утримання (серпень)			
Курдючні	121	920	1090
Помісні	130	920	1510
Асканійські	137	920	1430
Стійлове утримання (серпень)			
Курдючні	–	720	670
Помісні	–	810	740
Асканійські	–	870	1000
Пасовищне утримання (березень)			
Курдючні	88	–	450
Помісні	81	–	580
Асканійські	90	–	690

Таблиця 3

Баланс сірки в овець при стійловому утриманні (сумовані дані)

Показники	Літо			Весна			Осінь	
	курдючні	помісні	Асканійські	курдючні	помісні	Асканійські	курдючні	помісні
Спожито корму (г/кг)	37,2	38,4	37,6	13,2	12,6	17,5	31,7	26,1
Отримано сірки	44,0	39,9	34,0	33,6	33,2	39,4	51,0	42,0
Виділено сірки:								
мг/кг	31,2	25,3	28,6	33,3	31,9	35,3	30,9	22,1
% від отриманого	70,9	63,3	84,1	99,0	96,0	89,6	60,6	52,6
Перетравлено сірки:								
мг/кг	19,6	18,8	13,5	6,5	11,5	13,1	27,6	27,2
% від отриманого	43,6	47,0	39,6	18,7	33,7	31,8	52,4	64,6
Засвоєно сірки								
мг/кг	12,8	14,6	5,3	0,2	1,3	4,1	20,0	19,9
% від отриманого	29,1	36,6	15,6	-	3,9	10,4	39,9	47,4
% від перетравленого	63,5	73,5	40,5	26,0	11,0	32,0	73,0	72,0

У помісних овець вміст сірки значно зростає уже в першому поколінні до формування вовнового покриву, типового для тонкорунних овець. На хімічний склад крові і тканин, різні біохімічні механізми, пов'язані з характером продуктивності, спадкова природа організму може впливати до виявлення відповідних змін екстер'єру.

Висновок. Вивчення динаміки обміну сірки показало його високу лабільність залежно від умов утримання і годівлі, пори року, фізіологічного стану тварин, перш за все їх вгодованості, і від спадкової природи. При погіршенні годівлі вміст сірки, особливо в шкірі, зменшується в 2,0–2,5 рази, падає відношення сірки до азоту, що свідчить про збіднення шкіри сірковмісними сполуками небілкового характеру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Батюк Б.Б. Ефективність вівчарства й козівництва в сільськогосподарських підприємствах: теорія, методологія, практика : моногр. Львів : Львів. нац. ун-т вет. медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, 2014. 226 с.
2. Вдовиченко Ю.В., Іовенко В.М., Польська А.І. Вівчарство України / за ред. В.М. Іовенка. 2-е вид. Київ : Аграрна наука, 2017. С. 46–264.
3. Новоставська А.В. Світові тенденції розвитку тваринництва. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2009. Вип. 2. С. 3–7.
4. Ібатуллін І., Башенко М.І., Жукорський О.М. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. *Аграрна наука*. Київ, 2016. 336 с.
5. Приліпко Т.М. Ефективність використання гіпергалінової аквакультури в раціонах ярк. *Тваринництво України*. № 6. 1997. С. 13–15.
6. Сивик Т.Л. Експериментальне обґрунтування ефективності використання в годівлі сільськогосподарських тварин протеїново-мінеральної добавки із гіпергалінового зоофітопланктону : дис... д-ра с.-г. наук : 06.02.02. Київ, 2003. С. 328–356
7. Prylipko T., Dulka Y., Kostash V., Tkachuk V., Verbelchuk T., Verbelchuk S. Metabolism, productive performance of bright breeds of lacquer for feeding in the diet of aquaculture supplements. *Independent journal of management & production (IJM&P)*. V. 13. № 3. Special Edition ISE. S&P. May 2022. P. 241–251.
8. Prylipko T.M. Dynamics of live and wool productivity of young sheep for feeding aquaculture additives / T.M. Prylipko, Y.I. Dulka *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal (online)*. December 2021. Issue Nr. 18 Part 5. Karlsruhe, Germany 2021. P. 40–43.
9. Шаповалов С.О. Регуляція есенціальними мікроелементами резистентності організму тварин до несприятливих факторів довкілля : автореф. дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин» . Харків, 2011. 38 с
10. Янович В. Г. Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин. Львів : Тріада плюс. 2000. 384 с.

УДК 637.5/05

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.40>**АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯСА МЕХАНІЧНОЇ ОБВАЛКИ
ЯК ОБ'ЄКТУ ПЕРЕРОБКИ****Сахацька Є.А.** – аспірант біолого-технологічного факультету,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Чернишов І.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій переробки

та зберігання сільськогосподарської продукції,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Ушакова С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій переробки

та зберігання сільськогосподарської продукції,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Для виготовлення напівфабрикатів з високими смаковими якість, харчовою цінністю і гарним товарним виглядом використовують м'ясо птиці механічної обвалки.

Така сировина є безкістковою і зберігає свої технологічні властивості, але вона жирніша і містить вкраплення кісток розмірами до 0,5 мм. Філе куряче низькокалорійне, в ньому міститься менше жирів, високий вміст білків і вуглеводів, вітамінів. Метою досліджень було оцінити якість котлет, виготовлених за різної рецептури. Дослідження були проведені в умовах товариства з обмеженою відповідальністю Виробництва заморожених продуктів «Еліка» Миколаївської області. Матеріалом дослідження були обрані котлети «Соковиті», виготовлені за рецептурою I з використанням м'яса механічної обвалки (ММО) та рецептурою II із повною заміною ММО на філе куряче. З метою ідентифікації м'ясних продуктів користувалися загальноприйнятими методиками. Для фаршу використовували м'ясо механічної обвалки, підготовлене на м'ясокістковому сепараторі та куряче філе, подрібнене у вовчку. Повна заміна ММО на куряче філе не призводить до помітних змін органолептичних властивостей котлет «Соковиті» у сирому вигляді, але після термічної обробки котлети з використанням філе мали ніжніший смак та вищу соковитість. Зразки котлет, виготовлених з обох рецептур у сирому вигляді мали світло-рожеве забарвлення, запах, властивий свіжому м'ясу та щільну однорідну консистенцію, що сприяє формуванню виробів бажаної форми. Зразки рецептури I і II після термічної обробки у готовому вигляді мали поверхню без тріщин, розірваних і ламаних країв. Зразки виготовлені за рецептурою II мали вищий вихід готового продукту на 7,10%, перевага за вмістом вологи та вологозв'язуючою здатністю над контрольними зразками складала 2,8 і 2,9%. Використання м'яса механічної обвалки сприяє зниженню собівартості продукції, а заміна його куряче філе показала кращі результати оцінки якості котлет.

Ключові слова: січені напівфабрикати, м'ясо механічної обвалки, філе, котлети, вологозв'язуюча здатність.

Sakhatska E.A., Chernyshov I.V., Ushakova S.V. Analysis of meat properties of mechanical shell as a processing object

For the production of semi-finished products with high taste qualities, nutritional value and a good marketable appearance, mechanically deboned poultry meat is used. This raw material is boneless and retains its technological properties, but it is fatter and contains interspersed bones up to 0.5 mm in size. Chicken fillet is low-calorie, it contains less fat, high content of proteins and carbohydrates, vitamins. The purpose of the research was to evaluate the quality of cutlets made according to different recipes. The research was carried out in the conditions of the limited liability company Production of frozen products "Elika" of the Mykolaiv region. The material of the study was "Juicy" cutlets, made according to recipe I with the use of mechanically deboned meat (MMO) and recipe II with a complete replacement of MMO with chicken fillet. In order to identify meat products, generally accepted methods were used. Mechanically deboned meat, prepared on a meat-and-bone separator, and chicken fillet, minced in a meat grinder, were used for minced meat. The complete replacement of MMO with chicken fillet does not lead to noticeable changes in the organoleptic properties of "Juicy" cutlets in their raw form, but after heat treatment, cutlets using fillet had a more tender taste and higher juiciness. Samples of cutlets made according to both recipes in raw form had a light pink color, a smell characteristic of fresh meat and a dense, homogeneous consistency, which helps to form products of the desired shape. Samples of formulations I and II after heat treatment in the finished form had a surface without cracks, torn and broken edges. Samples made according to recipe II had a higher yield of the finished product by 7.10%, the advantage in terms of moisture content and moisture-binding capacity over the control samples was 2.8 and 2.9%. The use of mechanically deboned meat helps to reduce the cost of production, and its replacement with chicken fillet showed better results in the evaluation of the quality of cutlets.

Key words: chopped semi-finished products, mechanically deboned meat, fillets, cutlets, moisture-binding capacity.

Постановка проблеми. Для виготовлення напівфабрикатів з високими смаковими якостями, харчовою цінністю і гарним товарним виглядом використовують м'ясо птиці механічної обвалки. Така сировина є безкістковою і зберігає свої технологічні властивості. Кістки із невеликими залишками м'яса, що залишилися після того, як були відділені цілном'язові шматки, відправляють на подальшу переробку з метою створення напівфабрикатів. Це дозволяє максимально повно використовувати тваринницьку продукцію [1; 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. М'ясо механічної обвалки (ММО) являє собою основну сировину для приготування продукції з птиці. Виробляють

його з надлишків філе та кісток з прирізами м'яса і, які під високим тиском пропускають через сито, для одержання пастоподібного фаршу. Хоча ММО вже довгий час використовується у виробництві, вміст його у продукції почали вказувати не так давно. Виробники порівнюють таку сировину із справжнім м'ясом птиці, насправді ж ММО жирніше і містить вкраплення кісток розмірами до півміліметра [1–4].

Тушка курки складається з червоного і білого м'яса. До білого відноситься грудинка. Вона низькокалорійна, в ній міститься менше жирів, і вживати такий продукт можуть ті, хто стежить за своєю вагою і здоров'ям. Також відварну курячу грудку рекомендується щодня включати в раціон тим, хто проходить реабілітацію після операцій або травм, при великій втраті крові. Куряча грудинка відрізняється високим вмістом білків і вуглеводів, вітамінів групи В – вони потрібні для поліпшення обміну речовин. Особливо цінні вітаміни В9 і В12 – в них потребують вагітні жінки і матері-годувальниці. Для одержання м'ясної сировини використовують курей м'ясного напрямку продуктивності [4–7].

Постановка завдання. Метою досліджень було оцінити органолептичні та фізико-хімічні показники котлет, виготовлених за різної рецептури з використання курячого м'яса механічної обвалки та повною його заміною на куряче філе.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження були проведені в умовах товариства з обмеженою відповідальністю Виробництва заморожених продуктів «Еліка» Миколаївської області, Вітовського району, село Котляреве і на кафедрі технологій переробки та зберігання с.-г. продукції Херсонського державного аграрно-економічного університету. Матеріалом дослідження були обрані котлети «Соковиті», виготовлені за стандартною рецептурою I з використанням м'яса механічної обвалки (ММО) та рецептурою II із повною заміною ММО на філе куряче.

Для виготовлення котлет використовувалось м'ясо, що відповідає вимогам, наведеним у таблиці 1.

Таблиця 1

Вимоги до м'яса механічної обвалки

Найменування показника	Характеристика показника і норма м'яса механічної обвалки
1	2
Зовнішній вигляд	Тонкоподрібнена пастоподібна маса
Консистенція	В'язка
Колір	Від світло-рожевого до червоного без наявності сірого кольору
Запах	Властивий свіжому даному виду продукту
Аромат бульйону	Властивий аромату бульйону свіжого вареного м'яса курей
Масова частка вологи, %, не більше	70
Масова частка білка, %, не менше	12
Масова частка жиру, %, не більше	18
Масова частка кальцію, %, не більше	0,26
Масова частка кісткових включень:	
% від маси м'яса механічної обвалки, не більше	0,6
Розміром до 500 мкм включно, % від загальної маси кісткових включень, не менше	98

Закінчення таблиці 1

1	2
розміром св. 500 до 750 мкм включно, % Від загальної маси кісткових включень, не більше	2
Кількість летких жирних кислот, мг КОН / 100 г м'яса механічної обвалки, не більше	8
Перекисне число, % йоду, не більше	0,25
Кислотне число жиру, мг КОН / 1 г жиру, не більше	3
Масова частка загального фосфору, %, не більше	0,25

Для фаршу використовували м'ясо механічної обвалки, підготовлене на м'ясо-кістковому сепараторі та куряче філе, подрібнене у вовчку.

З метою ідентифікації м'ясних продуктів за органолептичними властивостями використовували вимоги до органолептичного оцінювання, викладені у ДСТУ 4823.1 та ДСТУ 4823.2.

Водозв'язуючу здатність фаршів визначали методом пресування по Р. Грау і Р. Хамму в модифікації В. Воловинської.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що повна заміна ММО на куряче філе не призводить до помітних змін органолептичних властивостей котлет «Соковиті» у сирому вигляді (табл. 2).

Таблиця 2

**Органолептична оцінка котлет із м'ясом механічної обвалки
та його повною заміною на філе**

Показники	Рецептура	
	I	II
Сирий продукт		
Зовнішній вигляд	поверхня без тріщин, розірваних і ламаних країв	
Колір	світло-рожевий	
Запах	властиві доброякісній сировині	
Консистенція	щільна, однорідна	
Смак	притаманний	
У готовому вигляді		
Зовнішній вигляд	поверхня без тріщин, розірваних і ламаних країв	
Колір	світло-коричневий	
Запах	властивий доброякісному продукту	властивий доброякісному продукту, ніжний
Консистенція	щільна, жорстка, в міру крихка	щільна, ніжна, не крихка
Смак	відсутні сторонні присмаки, виражені прянощі і солоність	відсутні сторонні присмаки, виражені прянощі і солоність, більш ніжний смак
Соковитість	помірно-соковиті	соковиті

Зразки котлет, виготовлених за обох рецептур у сирому вигляді мали світло-рожеве забарвлення, запах, властивий свіжому м'ясу та щільну однорідну консистенцію, що сприяє формуванню виробів бажаної форми.

Слід відмітити, що зразки рецептури I і II після термічної обробки у готовому вигляді мали поверхню без тріщин, розірваних і ламаних країв. Дослідження

смакових якостей готового продукту підтвердили більш виражені смакові якості, ніжність. Котлети, виготовлені за рецептурою II були більш соковитими, що вказує на кращу водоутримуючу здатність фаршу.

Дослідженнями впливу повної заміни в рецептурі котлет ММО на куряче філе втрати маси під час температурної обробки встановлено, що маса сирого продукту, виготовленого за рецептурою II становить 78,11 г, а у готовому вигляді 67,08 г, це вище за зразки у готовому вигляді рецептури I на 5,11 г (Рис. 1).



Рис. 1. Зміна маси після приготування та вихід готових котлет «Соковиті» з ММО та його заміною на філе

Зразки виготовлені за рецептурою II мали вищий вихід готового продукту 85,88 % ніж варіант I на 7,10 %, що можна пояснити властивістю філе зв'язувати вологу, під час смаження.

Для визначення якості отриманих виробів проводили дослідження вологозв'язуючої здатності м'ясного фаршу від якої залежить соковитість та смакові властивості готових виробів.

Даний показник важливий для фаршевих виробів, де структура м'язової тканини зруйнована та неможливо запобігти витіканню соку. Кращі результати одержані у напівфабрикатах варіанту II з вмістом вологи 64,1 % та вологозв'язуючою здатністю фаршу 62,8 %, що більше за контрольні зразки на 2,8 і 2,9 % (табл. 3).

Таблиця 3

Вологоутримуюча здатність фаршу з ММО та його повною заміною на філе куряче

Показники	Рецептура	
	I	II
Масова частка вологи, %	61,3	64,1
Вологозв'язуюча здатність, %	59,6	62,8

Такі показники суттєво поліпшують функціонально-технологічних властивості січених м'ясних напівфабрикатів.

Висновки. Використання м'яса механічної обвалки сприяє здешевленню собівартості продукції. Оцінка запропонованої технології з використанням курячого філе, порівняно із контрольним варіантом показала перевагу за більшістю показників якості котлет «Соковиті», виготовлених за рецептурою із повною заміною м'яса механічної обвалки на куряче філе. За органолептичними показниками

котлет у готовому вигляді встановлена перевага використання курячого філе за рахунок більш вираженої ніжності смаку та соковитості. Зразки виготовлені за рецептурою II мали вищий вихід готового продукту на 7,10%, що пояснюється вищою вологозв'язуючою здатністю фаршу і підтверджується проведеними дослідженнями: перевага за вмістом вологи та вологозв'язуючою здатністю над контрольними зразками склала 2,8 і 2,9%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pelykh V. G., Ushakova S. V., Sakhatska E. A. Використання харчової клітковини у технології січених м'ясних напівфабрикатів. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ, 2020. № 5 (87). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.009>
2. Войцехівська Л., Охріменко Ю., Соколова С. та ін. Вплив природних антиоксидантів на тривалість зберігання м'яса птиці механічного обвалювання. *Продовольчі ресурси*. 2019. Т. 7. №. 12. С. 50–57.
3. Sendetska S. Research on production and distribution of poultry meat in Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series Economical Sciences*. 2019. Т. 21. №. 93. С. 8–12.
4. Стріха Л. О., Підпала Т. В., Сморочинський О. М. Оцінка впливу технології виробництва на показники м'ясних січених заморожених напівфабрикатів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Тваринництво. 2017. № 7. С. 216–219.
5. Сирохман І. В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. пос. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 544 с.
6. Beecher G. R. Phytonutrients' role in metabolism: effects on resistance to degenerative processes. *Nutrition Reviews*. 1999. № 9. С. 3–6.
7. ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. Технічні умови».

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.81:631.55+631.572:633.112:631.816

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.41>

ВМІСТ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ЗЕРНІ ТА СОЛОМІ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Калантур В.О. – здобувач наукового ступеня доктора філософії факультету агрономії, Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати вивчення вмісту азоту, фосфору та калію в зерні та соломі пшениці твердої озимої залежно від видів і доз добрив. За високого рівня азотного живлення вміст азоту в зерні підвищувався з 2,21 до 2,70 % на суху масу, тобто на 22 %. При цьому необхідно зазначити, що внесення лише фосфорних і калійних добрив не впливало на цей показник, тоді як за внесення фосфорних і калійних добрив внесених у дозі 60 кг/га д. р. у парних комбінаціях з азотними у середньому за роки проведення досліджень відзначено тенденцію підвищення його вмісту. Порівняно з парними комбінаціями основних елементів живлення, азотні добрива в дозі 150 кг/га азоту на фосфорно-калійному тлі сприяло підвищенню вмісту азоту в зерні на 22 %, фосфорні у дозі 60 кг/га д. р. – на 2 і калійні в дозі 80 кг/га д. р. – лише на 1 %.

У соломі пшениці твердої озимої вміст азоту залежно від варіантів удобрення змінювався в менших межах – від 0,41 до 0,51 % на суху масу. При цьому необхідно зазначити, що на фосфорно-калійному тлі спостерігалась тенденція до зниження вмісту азоту в соломі порівняно з контролем, тоді як на азотно-калійному та азотно-калійному тлі його вміст підвищувався відповідно на 12 і 20 %. За внесення половини дози мінеральних добрив від $N_{150}P_{60}K_{80}$ вміст азоту в зерні зменшувався на 8 %.

Дослідженнями встановлено, що за високих доз внесення мінеральних добрив ($N_{150}P_{60}K_{80}$) вміст фосфору в зерні пшениці твердої озимої підвищувався на 20 %, тоді як в соломі навіть спостерігалась тенденція до незначного зниження його вмісту. Порівняно з ділянками досліді з парними комбінаціями основних елементів живлення найбільше вміст фосфору в зерні сприяло внесення фосфорних добрив – на 15 %, тоді як азотних і калійних – відповідно на 9 і 1 %. Необхідно також зазначити, що найвищий вміст фосфору був у соломі на ділянках з внесенням лише фосфорних і калійних добрив – на 8 % більше порівняно з контролем, тоді як на азотно-калійному тлі (варіант $N_{150}K_{80}$) він знижувався на 12 %. Це показує, що оптимізація живлення рослини пшениці азотом сприяє реутилізації фосфору із соломі у зерно.

Вміст калію в соломі пшениці твердої озимої змінювався від 0,80 до 1,06 % на суху масу, або підвищувався порівняно з контролем на 32 %. Судячи з парних комбінацій основних елементів живлення, найбільше підвищували його вмісту азотні добрива – на 22 %, тоді як фосфорні і калійні – відповідно на 7 і 18 %.

Отже, вміст основних елементів живлення в урожаї зерна та соломі пшениці твердої озимої поряд з біологічними особливостями культури також залежить від доз мінеральних добрив і їх поєднання.

Ключові слова: пшениця тверда озима, доза, види добрив, азот, фосфор, калій.

Kalantyr V.O. Main nutrients content in the grain and straw of durum winter wheat depending on the fertilizer

The article presents the results of studying the content of nitrogen, phosphorus and potassium in grain and straw of durum winter wheat depending on the types and doses of fertilizers.

At a high level of nitrogen nutrition, the nitrogen content in grain increased from 2.21 to 2.70 % by dry mass, that is, by 22 %. At the same time, it should be noted that the application of only phosphorus and potassium fertilizers did not affect this indicator. While the application of phosphorus and potassium fertilizers at a dose of 60 kg/ha per year in paired combinations with nitrogen fertilizers on average over the years of research showed a tendency increasing its content. Compared with paired combinations of the main nutrients, nitrogen fertilizers at a dose of 150 kg/ha of nitrogen against phosphorous-potassium background contributed to an increase in the nitrogen content of grain by 22 %, phosphorus at a dose of 60 kg/ha per year – by 2, and potassium at a dose of 80 kg/ha per year – only by 1 %.

In the straw of durum winter wheat, nitrogen content, depending on the fertilizer variants, varied within smaller limits – from 0.41 to 0.51 % by dry mass. At the same time, it should be noted that against phosphorus-potassium background there was a tendency to decrease straw nitrogen content compared to the control, while against nitrogen-potassium background its content increased by 12 and 20 %, respectively. With the introduction of half a dose of mineral fertilizers of $N_{150}P_{60}K_{80}$, the nitrogen content in grain decreased by 8 %.

Research has established that with high doses of mineral fertilizers ($N_{150}P_{60}K_{80}$), the phosphorus content in durum winter wheat grain increased by 20 %, while in straw there was even a tendency to a slight decrease in its content. Compared to the experiment plots with paired combinations of the main nutrients, phosphorus content in grain was the most contributed by the application of phosphorus fertilizers – by 15 %, while nitrogen and potassium ones – by 9 and 1 %, respectively. It should also be noted that the highest content of phosphorus was in straw in the plots with only phosphorus and potassium fertilizers – 8 % more compared to the control, while against nitrogen-potassium background ($N_{150}K_{80}$ variant) it decreased by 12 %. This shows that optimization of nitrogen nutrition of wheat plants contributes to reutilization of phosphorus from straw to grain.

The content of potassium in durum winter wheat straw varied from 0.80 to 1.06 % by dry mass, or increased compared to the control by 32 %. Judging by paired combinations of the main nutrients, nitrogen fertilizers increased its content the most – by 22 %, while phosphorus and potassium fertilizers – by 7 and 18 %, respectively. Therefore, the main nutrients content in the grain and straw harvest of durum winter wheat, along with the biological features of the crop, also depends on the doses of mineral fertilizers and their combination.

Key words: durum winter wheat, dose, types of fertilizers, nitrogen, phosphorus, potassium.

Постановка проблеми. Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), як основний продукт харчування, є основною зерновою культурою для національної та глобальної продовольчої безпеки. Населення світу отримує понад 45 % енергії і 40 % білка з пшениці [1; 2].

Формування високого врожаю сільськогосподарських культур і високої якості одержаної продукції забезпечується завдяки оптимальному живленню рослин упродовж вегетації [3]. Проведенням агрохімічного аналізу ґрунту не завжди вдається оцінити забезпеченість рослин необхідними елементами живлення. Точніші дані одержують за даними вмісту в них елементів живлення та співвідношення між ними, оскільки зміна цих показників для різних ґрунтово-кліматичних умов незначна [4; 5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Азот, фосфор і калій є важливими елементами для росту культур. Поглинання, накопичення та розподіл цих поживних речовин впливають не тільки на ріст і врожайність, але й на якість зерна пшениці [6].

Встановлено, що вміст елементів живлення в рослинах визначається низкою чинників, найважливішими з яких є генетичний та екологічний [7]. Генетичний чинник обумовлюється пристосованістю рослинного виду до певних умов вирощування. Зазвичай рослини поглинають необхідні їм поживні речовини. Проте хімічний їх склад досить сильно залежить від складу ґрунту, на якому він вирощується [8]. Тому значення цього чинника у формуванні хімічного складу рослин зазвичай визначається поживним режимом ґрунту і реакцією на нього рослинного організму [9]. Попередніми дослідженнями було встановлено, що вміст основних

елементів живлення, особливо азоту, в різних органах пшениці навіть на одному ґрунті (чорноземі опідзоленому важкосуглинковому) суттєво залежить від удобрення [10; 11]. Тому виникає необхідність уточнення оптимальних рівнів вмісту основних елементів живлення для пшениці твердої озимої.

Постановка завдання. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС упродовж 2020–2022 рр. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення дослідів триразове. Площа облікової ділянки 25 м². Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, рН_{KCl} – 5,7.

У варіанті дослідів виробничого контролю (N₁₅₀P₆₀K₈₀) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему дослідів складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив і визначити оптимальне їх поєднання як у сівозміні, так і під окремі культури.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні під пшеницю тверду озиму (сорт Андромеда) включала такі варіанти: без добрив (контроль), N₇₅, N₁₅₀, P₆₀K₈₀, N₁₅₀K₈₀, N₁₅₀P₆₀, N₇₅P₃₀K₄₀, N₁₅₀P₆₀K₈₀, N₁₅₀P₃₀K₄₀, N₁₅₀P₆₀K₄₀, N₁₅₀P₃₀K₈₀. Відповідно до схеми дослідів фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивування та в підживлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебеління) залишається на полі на добриво. Спочатку зразки зерна та соломи озольовали у концентрованій сірчаній кислоті. Вміст азоту визначали за допомогою реактиву Неслера, фосфору – колориметрично та калію – за допомогою полум'яного фотометра.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проведеними дослідженнями встановлено певні особливості вмісту елементів живлення в зерні та соломі пшениці твердої озимої (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст основних елементів живлення в зерні та соломі пшениці твердої озимої залежно від удобрення (2020–2022 рр.), % на суху масу

Варіант дослідів	Зерно			Солома		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	2,21	0,69	0,51	0,41	0,26	0,80
N ₇₅	2,49	0,70	0,51	0,43	0,26	0,81
N ₁₅₀	2,61	0,71	0,50	0,47	0,25	0,81
P ₆₀ K ₈₀	2,21	0,76	0,54	0,40	0,28	0,87
N ₁₅₀ K ₈₀	2,65	0,72	0,56	0,46	0,23	0,99
N ₁₅₀ P ₆₀	2,67	0,82	0,52	0,49	0,26	0,90
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀	2,53	0,77	0,54	0,44	0,25	0,96
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀	2,70	0,83	0,57	0,48	0,25	1,06
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀	2,67	0,78	0,55	0,46	0,25	1,04
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀	2,68	0,83	0,55	0,48	0,26	1,02
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀	2,68	0,82	0,55	0,51	0,26	1,06

Як видно з даних табл. 1, за високого рівня азотного живлення вміст азоту в зерні підвищувався з 2,21 до 2,70 % на суху масу, тобто на 22 %. При цьому необхідно зазначити, що внесення лише фосфорних і калійних добрив не впливало на цей показник, тоді як за внесення фосфорних і калійних добрив внесених у дозі 60 кг/га д. р. у парних комбінаціях з азотними у середньому за роки проведення досліджень відзначено тенденцію підвищення його вмісту. Порівняно з парними комбінаціями основних елементів живлення, азотні добрива в дозі 150 кг/га азоту на фосфорно-калійному тлі сприяло підвищенню вмісту азоту в зерні на 22 %, фосфорні у дозі 60 кг/га д. р. – на 2 і калійні в дозі 80 кг/га д. р. – лише на 1 %.

Зменшення дози мінеральних добрив удвічі – з $N_{150}P_{60}K_{80}$ до $N_{75}P_{30}K_{40}$ знижувало вміст азоту в зерні на 6 %, а у варіантах досліджу, де азотні добрива вносилися в дозі 150 кг/га д. р., а дози фосфорних і калійних добрив були зменшені (варіанти $N_{150}P_{30}K_{40}$, $N_{150}P_{60}K_{40}$ і $N_{150}P_{30}K_{80}$) зниження вмісту азоту було неістотним – до 1 %.

У соломі пшениці твердої озимої вміст азоту залежно від варіантів удобрення змінювався в менших межах – від 0,41 до 0,51 % на суху масу. При цьому необхідно зазначити, що на фосфорно-калійному тлі спостерігалась тенденція до зниження вмісту азоту в соломі порівняно з контролем, тоді як на азотно-калійному та азотно-калійному тлі його вміст підвищувався відповідно на 12 і 20 %. За внесення половини дози мінеральних добрив від $N_{150}P_{60}K_{80}$ вміст азоту в зерні зменшувався на 8 %.

Відповідно даних, що одержані на тлі парних комбінацій основних елементів живлення найбільше сприяло підвищенню вмісту азоту в соломі пшениці твердої озимої внесення азотних добрив – на 20 %, тоді як фосфорні – лише на 4 %, а за добавляння калійних добрив до азотних і фосфорних у середньому за роки проведення досліджень відмічена тенденція до зниження його вмісту – з 0,49 до 0,48 %.

Отже, вміст азоту в урожаї зерна та соломи пшениці твердої озимої поряд з біологічними особливостями культури також залежить від доз мінеральних добрив і їх поєднання.

Як уже зазначалось вище, в рослинах може накопичуватися значна кількість азоту, тоді як вони мають здатність обмежувати концентрацію фосфору в надземних органах за різного рівня забезпеченості цим елементом живлення [12; 13]. Проте ця фізіологічна здатність є недостатньою, щоб повністю обмежити надлишкове його накопичення в органах рослин за високого вмісту рухомих фосфатів у ґрунті [14–16].

Дослідженнями встановлено, що за високих доз внесення мінеральних добрив ($N_{150}P_{60}K_{80}$) вміст фосфору в зерні пшениці твердої озимої підвищувався на 20 %, тоді як в соломі навіть спостерігалась тенденція до незначного зниження його вмісту. Порівняно з ділянками досліджу з парними комбінаціями основних елементів живлення найбільше вміст фосфору в зерні сприяло внесення фосфорних добрив – на 15 %, тоді як азотних і калійних – відповідно на 9 і 1 %. Необхідно також зазначити, що найвищий вміст фосфору був у соломі на ділянках з внесенням лише фосфорних і калійних добрив – на 8 % більше порівняно з контролем, тоді як на азотно-калійному тлі (варіант $N_{150}K_{80}$) він знижувався на 12 %. Це показує, що оптимізація живлення рослин пшениці азотом сприяє реутилізації фосфору із соломи у зерно.

Порівняно з азотом і фосфором, за вмістом калію в урожаї зерна й соломи простежувались інші закономірності. Так, вміст калію в зерні змінювався неістотно – від 0,51 до 0,55 % на суху масу або підвищувався лише на 8 %. При цьому необхідно зазначити, що вміст калію в зерні підвищувало лише внесення калійних добрив.

Вміст калію в соломі пшениці твердої озимої змінювався від 0,80 до 1,06 % на суху масу, або підвищувався порівняно з контролем на 32 %. Судячи з парних комбінацій основних елементів живлення, найбільше підвищували його вмісту азотні добрива – на 22 %, тоді як фосфорні й калійні – відповідно на 7 і 18 %.

З фізіологічного погляду для формування врожаю і його якості важливе значення має співвідношення в органах рослин між елементами живлення. Як показують розрахунки, відношення $N : P_2O_5 : K_2O$ в зерні пшениці з неудобрених ділянок становило 1 : 0,31 : 0,23, тоді як на тлі внесення повного мінерального добрива ($N_{150}P_{60}K_{80}$) – 1 : 0,31 : 0,21. Тобто відношення залишалось стабільним за незначного зменшення частки калію.

У соломі пшениці твердої озимої відношення $N : P_2O_5 : K_2O$ значно відрізнялося від зерна – 1 : 0,63 : 1,95 у контрольному варіанті і 1 : 0,52 : 2,21 за внесення $N_{150}P_{60}K_{80}$. Ці дані свідчать про ліпшу реутилізацію фосфору в зерно і збільшення вмісту калію в соломі з покращенням мінерального живлення рослин.

Висновки і пропозиції. За високого рівня азотного живлення, що створений внесенням азотних добрив у дозі 150 кг/га азоту на фосфорно-калійному тлі, сприяє підвищенню вмісту азоту в зерні пшениці твердої озимої підвищується з 2,21 до 2,70 % на суху масу, тобто на 22 %, тоді як фосфорні у дозі 60 кг/га д. р. підвищують вміст фосфору на 2, а калійні в дозі 80 кг/га д. р. – вміст калію лише на 1 %. Підвищення вмісту азоту в соломі пшениці твердої озимої сприяє внесення азотних добрив – на 20 %, тоді як фосфорних – лише на 4 %, а за внесення калійних добрив відмічена тенденція до зниження його вмісту – з 0,49 до 0,48 % на суху масу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Chen Q., Mu X., Chen F., Yuan L., Mi G. Dynamic change of mineral nutrient content in different plant organs during the grain filling stage in maize grown under contrasting nitrogen supply. *European Journal of Agronomy*. 2016. Vol. 80. P. 137–153.
2. Калантир В. О., Господаренко Г. М., Любич В. В., Бурляй О. Л. Формування якості та врожайності зерна пшениці твердої озимої за різних видів і доз добрив. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. Ч. 1. С. 94–105.
3. Yan S., Wu Y., Fan J., Zhang F., Guo J., Zheng J., Wu L. Quantifying grain yield, protein, nutrient uptake and utilization of winter wheat under various drip fertigation regimes. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 261. Article number 107380.
4. Chai Y., Chai Q., Han F., Li Y., Ma J., Li R., Cheng H., Chang L., Chai S. Increasing yields while reducing soil nutrient accumulation by straw strip mulching in the dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) cropping system of Northwest China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2022. Vol. 326. Article number 107797.
5. Любич В. В., Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Стасіневич О.Ю. Параметри родючості ґрунту та продуктивність польової сівозміни за внесення добрив і вапна. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2023. Вип. 102. С. 7–16.
6. Azad M., Ahmed T., Eaton T., Hossain M., Haque M., Soren E. Yield of Wheat (*Triticum aestivum*) and Nutrient Uptake in Grain and Straw as Influenced by Some Macro (S & Mg) and Micro (B & Zn) Nutrients. *Natural Science*. 2021. Vol. 13. P. 381–391.
7. Господаренко Г. М., Любич В. В., Черно О. Д. Вплив вапнування та мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 32–36.
8. Любич В. В., Новак Л. Л., Возян В. В. Технологічні властивості зерна трикале озимого залежно від норм азотних добрив. *Збірник Уманського НУС*. 2018. Вип. 92. С. 119–125.

9. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина / за ред. А. І. Фатєєва, В. П. Самохвалової. Харків : КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
 10. Передумови формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення: моногр. / Г. М. Господаренко, В. В. Любич, І. О. Полянецька, В. В. Новіков, В. В. Железна, Н. В. Воробйова ; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 336 с.
 11. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd edition. Edited by P. Marschner. Amsterdam, Netherlands : Elsevier/Academic Press, 2012. 684 p.
 12. Удобрення тритикале: моногр. / Г. М. Господаренко, В. В. Любич, В. С. Кравченко, Л. В. Вишнеvsька ; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Умань : Видавель Сочінський М. М., 2019. 176 с.
 13. Якість зерна тритикале та продуктів його перероблення : моногр. / Г. М. Господаренко, В. В. Любич, В. В. Новіков, В. В. Железна ; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 176 с.
 14. Худолій Л. В. Формування продуктивності пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування у Правобережному Лісостепу : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2015. 21 с.
 15. Управління живленням сільськогосподарських культур в умовах погод-но-кліматичних флуктуацій / за наук. ред. М. М. Мірошніченка, Є. Ю. Гладкіх. Київ : Аграрна наука, 2022. 160 с.
 16. Любич В. В. Формування продуктивності пшениці м'якої озимої залежно від застосування регуляторів росту. *Новітні агротехнології*. 2022. Т. 10. № 1. DOI: <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.264385>.
-

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 63.547

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.42>

ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПАТ «ХЕРСОНСЬКА ТЕПЛОЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ» НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ МІСТА ХЕРСОН

Алмашова В.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та сталого розвитку імені Ю.В. Пилипенка,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

В нашій статті розглядаються актуальні питання оцінки можливого негативного впливу на компоненти довкілля від виробничої діяльності ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» на компоненти довкілля. Теплоелектроцентралі (ТЕЦ), до яких відноситься досліджуване нами підприємство, призначені для централізованого постачання промислових підприємств і міст теплом і електроенергією. Вони відрізняються від конденсаційних електростанцій використанням тепла «відпрацьованого» в турбінах пару для потреб виробництва, опалення, вентиляції і гарячого водопостачання, для чого додано бойлер. При такому комбінованому виробленні електричної і теплової енергії досягається значна економія палива порівняно з роздільним енергопостачанням, тобто виробленням електроенергії на конденсаційних електростанціях і отриманням тепла від місцевих котелень. Тому станції ТЕЦ одержали широке поширення в районах і містах з великим споживанням тепла.

Метою написання статті було проведення моніторингу виробничої діяльності та надання оцінки сучасного стану підприємства ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» за вивченням технологічних процесів діяльності. Згідно з матеріалами, інвентаризації на території ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» налічується 15 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, з яких 14 джерел організовані (два з яких обладнанні газопилоочисними установками) та 1 джерело неорганізоване. Забруднюючі речовини в атмосферне повітря надходять від технологічного обладнання котлоурбінного цеху, цеху централізованого ремонту, хімічного цеху, транспортного цеху, електроцеху, складу реагентів. Документи, у яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами розроблені ПАТ «Херсонекосервіс» в 2019 році, затверджені першим заступником голови правління ПАТ «Херсонська ТЕЦ».

Документи, в яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу отримали позитивний висновок Головного управління Держекоінспекції у Херсонській області за 02.09.2019.

Ключові слова: викиди в атмосферу, граничнодопустимі викиди, теплоелектроцентраль, компоненти довкілля, споживання енергії, екологічна експертиза.

Almashova V.S. Ecological analysis of the impact of the ironic activity of the public joint-stock company “Kherson heat and power plant” on the component of the environment city of Kherson

In our article, the current assessment of the possible negative impact on the components of environment is considered in terms of the activity of PJSC “Kherson Heat and Power Plant” on the component of environment. Combined heat and power plants (CHP), to which we can supply, are recognized for centralized supply of industrial enterprises and local heat and electricity.

The stench is ventilated from the condensing power stations and the heat of the “recycled” steam in the turbines for the needs of extraction, scorching, ventilation and hot water supply, for which a boiler is added. With such a combined generation of electrical and thermal energy, significant savings are achieved in the heat of the river, equally with the distribution of energy supplies, so that the generation of electricity at condensing power plants and the removal of heat from the cities their boiler room. Therefore, the CHPP stations have gained wide expansion in areas and places with great heat recovery. The method of writing the article was to carry out the monitoring of the virobничой activity and the assessment of the current state of the enterprise of PJSC “Kherson Heat and Power Plant” for the development of technological processes of activity. Based on the materials, inventory on the territory of PJSC “Kherson Heat and Power Plant” there are 15 reservoirs of vegetating slurries into the atmosphere, of which 14 reservoirs are organized (two of them have gas sawing installations) and reservoir of inorganic Anya.

Documents, in which the wikidocs are bound, for the removal of permission, took away the positive sign of the Head Office of the State Inspectorate of the Kherson Region for 02.09.2019.

Key words: *evacuation into the atmosphere, marginal allowable evacuation, combined heat and power plant, components of environment, energy saving, environmental expertise.*

Постановка проблеми. Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) призначені для централізованого постачання промислових підприємств і міст теплом і електроенергією. Вони відрізняються від конденсаційних електростанцій використанням тепла «відпрацьованого» в турбінах пару для потреб виробництва, опалення, вентиляції і гарячого водопостачання, для чого додано бойлер. При такому комбінованому виробленні електричної і теплової енергії досягається значна економія палива порівняно з роздільним енергопостачанням, тобто виробленням електроенергії на конденсаційних електростанціях і отриманням тепла від місцевих котелень. Тому станції ТЕЦ одержали широке поширення в районах і містах з великим споживанням тепла.

При проектуванні схеми відшукується оптимальний варіант, який в повній мірі задовольняє переліченим вимогам. Структурна електрична схема залежить від складу устаткування (числа генераторів, трансформаторів), розподілу генераторів і навантаження між розподільчими установками різної напруги і зв'язку між ними.

Технологічне обладнання, що передбачається проектною документацією, повинно мати технічні умови, які погоджені з органами державного пожежного нагляду відповідно нагляду проектів національних стандартів, стандартів організацій, норм, правил, технічних умов, інших нормативно-технічних документів, що стосуються забезпечення пожежної безпеки, та підготовку відгуків щодо них, затвердженої наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій [2].

Придбано за кордоном технологічне обладнання вводиться в експлуатацію лише за умови його відповідності вимогам нормативних актів з питань пожежної безпеки.

Будівництво майбутніх промислових об'єктів та самих споруд для виробничої діяльності (гаражі, склади) повинно здійснюватися лише на основі затверджених проектів, які вже містять позитивний висновок експерта від комплексної Державної експертизи, а наявність даного проекту передбачено постановою Кабінету Міністрів України від 11.04.2002 р. № 483 «Про порядок затвердження інвестиційних програм і проектів будівництва та проведення їх комплексної державної експертизи», до складу якої входять також державна санітарно-гігієнічна та державна екологічна експертизи [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій Нажаль, зі збільшення використання нафтопродуктів у багатьох сферах промисловості, в останні десятиріччя утворилась глобальна екологічна криза. Глобальна екологічна криза – це стан стійкого порушення рівноваги між людським суспільством і природою, що виявляється

в деградації навколишнього природного середовища. На сьогодні можна знайти сотні аргументів і фактів, що характеризують різні особливості екологічної кризи, і десятки то заперечують її наявність [1].

На сучасному етапі галузь пов'язана з утворенням електроенергії в процесі переходу на нові організаційно-виробничі форми власності і господарювання потребує змін, оскільки знаходиться в стані тривалої економічної кризи.

В сучасній літературі недостатня кількість інформації стосовно управління державне регулювання екологічної галузі, яке необхідне для її ефективного функціонування і стабілізації. Не дивлячись на це, з боку учених і фахівців в області регіональної економіки розробляються методи вдосконалення державного регулювання виробничої галузі. На сьогоднішній день в наукових розробках не вироблені єдині концептуальні підходи, що відображають істотні особливості і закономірності ефективного функціонування виробничих структур [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Найвідоміший глобальний ефект техногенного впливу зміна клімату і загальне потепління на планеті. Прийнято вважати, що ці зміни викликані парниковим ефектом, причиною якого нагромадження в атмосфері Землі парникових газів. До парникових газів відносять: діоксид вуглецю (CO_2), оксиди азоту, метан (CH_4) і води, що в основному утворюються в процесі спалювання органічного палива [3].

Проведені дослідження дозволили встановити вплив забруднення того чи іншого природного комплексу (атмосфери, ґрунтів, водойм тощо) на якість та стан природних і штучних об'єктів. Поняття «сталий розвиток» означає розвиток суспільства без зростання, або якісне поліпшення без кількісного збільшення. Сталий розвиток це зобов'язання суспільства діяти у спосіб, що підтримуватиме життя, і дозволить нашим нащадкам жити комфортно у дружньому, чистому і здоровому світі. У центрі концепції сталого розвитку лежить збереження людини як біологічного виду та прогресивний розвиток її як особистості. Дві групи життєво важливих потреб (фізіологічних і особистісних), що забезпечують умовно безкінечне підтримання існування людського суспільства, поєднуються словом «соціальні». Їх задоволення в сучасному суспільстві відбувається, головним чином, за рахунок діяльності економічної сфери [6].

Постановка завдання. Мета досліджень для статті – це оцінка впливу виробничої діяльності ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» на компоненти довкілля міста Херсон.

Виклад основного матеріалу досліджень. Публічне акціонерне товариство «Херсонська теплоелектроцентраль», дослідження якого ми проводили, знаходиться у Східній частині міста Херсон на виїзді в промисловій зоні за межами житлового комплексу. Публічне акціонерне товариство «Херсонська теплоелектроцентраль» здійснює свою діяльність на підставі свідоцтва серії АОО за № 210458 про державну реєстрацію юридичної особи, виданого виконавчим комітетом Херсонської міської ради.

Основним видом діяльності підприємства згідно єдиного державного реєстру підприємств та організацій України, є постачання пари та гарячої води, виробництво електроенергії, будівництво трубопроводів. Дане підприємство має лабораторію та спеціалізоване устаткування для виміру параметрів навколишнього середовища навколо ТЕЦ.

Основний метод вимірювання параметрів забруднення повітря на даному підприємстві – це аспіраційний метод випробувань, на який є нормативний документ, розроблений та затверджений у встановленому порядку. Відбір проб здійснюється за наступною методикою: походить аспірація певного об'єму повітря через поглинальний прилад, заповнений твердим або рідким сорбентом для вловлювання забруднювальної речовини, або через аерозольний фільтр, що затримує частинки, які містяться в повітрі. В результаті аспірації відбувається концентрування ЗР у поглинальному розчині (наприклад, розчинення і хімічна реакція аналізованої газоподібної забруднювальної речовини) чи на твердому сорбенті (сілікагель, алюмогель, подрібнене скло та ін.). Поглинальні прилади найчастіше мають U-подібну форму і виробляються з інертних матеріалів: скло, фторопласт. Для вловлювання з повітря зважених частинок (пилу, сажі) використовуються фільтри, виготовлені з паперу або з волокнистих полімерних матеріалів (поліхлорвінілу, полістиролу, ацетицелюлози), а також мембранні і скловолокнисті. Фільтр встановлюється в металевому фільтроутримувачі з конусною насадкою.

Проведені дослідження за даною методикою свідчать, що основну частку забруднень атмосферного повітря на ПАТ «Херсонська ТЕЦ» (до 85 %) становлять діоксид сірки, пил, оксид вуглецю та оксиди азоту. Решта припадає на частку специфічних речовин, які утворилися в процесі згорання в котельнях. Дані частки присутні у повітрі відносно невеликої кількості населених пунктів, де розміщено такі підприємства. До таких речовин відносять сірковуглець, хлор, сірководень, аміак, сполуки фтору, вуглеводень.

Матеріалом для проведення досліджень є товарна сировина для ТЕЦ – це вугілля та нафта, що підготовлена до постачання споживачу у відповідності до вимог чинних нормативних документів. Точкова проба – проба, відібрана в один прийом. Вона характеризує якість нафти або нафтопродукту на певному заданому рівні в резервуарі чи транспортному засобі, а також якість нафтопродукту в одному тарному місці (бочці, бідоні, бутлі). Ініціатор випробувань – фізична або юридична особа, у тому числі вповноважені органи державної влади, що ініціює арбітражні випробування нафти або нафтопродуктів.

Під час випробувань використовуються чисельні й досить складні методи та засоби вимірювання газового вимірювання, визначення твердих часток і димності повітря у придорожній зоні. Від якості та ефективності цих методів та засобів залежать результати випробувань, які дадуть можливість реально оцінити вплив реконструкції дороги на навколишнє середовище. Сьогодні найбільш широко застосовують такі методи хімічного складу газів: електрохімічні, фотоколометричні, емісійні і лазерні. У роботі для дослідження хімічного складу газів у придорожній зоні використовували газоаналітичні комплекси 344 ХЛ 10А та 321 ФА01. В наявності Державний акт на право власності на земельну ділянку серії І-ХС № 000665 площею 23,0645 га: під будівлями та спорудами (ділянка № 1), виробничо-експлуатаційною базою (ділянка № 2), насосних станцій (ділянка № 3), центральним тепловим пунктом ЦТП (ділянка № 7).

ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» забезпечує тепловою та електричною енергією житлові та адміністративні будівлі м. Херсона.

До складу ПАТ «Херсонська ТЕЦ» входять наступні цеха:

- 1) котло-турбінний цех;
- 2) електроцех;
- 3) хімцех;
- 4) цех централізованого ремонту;

- 5) транспортний цех;
- 6) ремонтно-будівельний цех;
- 7) район теплових мереж.

В ході обстеження ділянки поверхневого забору підприємства встановлено: прибережна захисна смуга знаходиться в задовільному стані, не засмічена, не забур'янена.

Головою правління ПАТ «Херсонська ТЕЦ» призначено відповідальних осіб з природоохоронної роботи на товаристві наказом від 26.10.2015 № 280.

Звіт по проведенню інвентаризації джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» виконаний ПП «Херсонекосервіс» в 2020 році. «Звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря затверджений першим заступником голови правління ПАТ «Херсонська ТЕЦ».

Згідно з матеріалами, інвентаризації на території ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» налічується 15 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, з яких 14 джерел організовані (два з яких обладнанні газопилоочисними установками) та 1 джерело неорганізоване.

Забруднюючі речовини в атмосферне повітря надходять від технологічного обладнання котлотурбінного цеху, цеху централізованого ремонту, хімічного цеху, транспортного цеху, електроцеху, складу реагентів.

Документи, у яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами розроблені ПП «Херсонекосервіс» в 2019 році, затверджені першим заступником голови правління ПАТ «Херсонська ТЕЦ» [7].

Документи, в яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу отримали позитивний висновок Головного управління Держсанепідслужби у Херсонській області за № 05.03.02-07.30258 від 02.09.2019.

Згідно з розробленими документами, при обсягах використаного природного газу 675714,602 тис. м³ на рік річний випуск теплової енергії складає 5446939 Ккал, викид забруднюючих речовин в атмосферне повітря становить 1283038,797 т, з яких найбільший вклад становлять викиди діоксиду азоту -9598,802 т та вуглецю оксиду – 133,423 т.

Відповідно до документів, в яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу товариство відноситься до першої групи (інструкція про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються викиди). Товариство взято на державний облік у Державному управлінні охорони навколишнього природного середовища в Херсонській області, згідно Інструкцію про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, затвердженої наказом Мінприроди України 10.05.02 р. № 177, зареєстрованої у Мін'юсти України 22.05.02 р. за № 445/6733 05.09.2002 р. за № 650047.

ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» здійснює викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря на підставі дозволу на викиди № 6510136300-017, виданого Міністерством екології та природних ресурсів України від 02.09.2013 терміном дії до 02.09.2023.

Дозволом на викиди за № 6510136300-017 передбачені умови до викидів забруднюючих речовин, а саме: складання статистичної звітності за формами № 2-ТП повітря у відповідності з Інструкцією – виконується. Державна статистична

звітність за формою 2-ТП повітря складається за 2019 рік в атмосферне повітря надійшло – 149,742 т забруднюючих речовин без урахування діоксиду вуглецю (діоксиду вуглецю надійшло 182886,124 т), за 2019 рік в атмосферне повітря надійшло – 132,591 т забруднюючих речовин без урахування діоксиду вуглецю (діоксиду вуглецю надійшло 165520,982 т).

Відповідно до звіту по формі 2-ТП (повітря) за 2020 рік виконано заходи, спрямовані на зменшення викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітрі, а саме; проведена режимна наладка котлоагрегатів ЦКТИ-100-39 ГМ № 4 та БКЗ-200-100 ГМ № 6,7 – зменшення викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферне повітря після впровадження заходу складає 20 т на рік [7].

Відповідно до звіту по формі 2-ТП (повітря) за 2020 рік виконано заходи, спрямовані на зменшення викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітрі, а саме; проведена режимна наладка котлоагрегатів БКЗ-200-100 ГМ ст. № 6 – зменшення викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферне повітря після впровадження заходу складає 20 т на рік.

Дозволом на викиди за № 65101 передбачені заходи щодо здійснення контролю за дотриманням нормативів встановлених граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин, а саме проведення інструментального контролю за вмістом забруднюючих речовин у викидах при роботі котлоагрегатів ЦКТИ-100-39 ГМ азоту оксид та вуглецю оксиду один раз в квартал.

Контроль здійснюється хіміко-аналітичною лабораторією ПАТ «Херсонська ТЕЦ» раз на місяць про що свідчать записи в журналі реєстрації результатів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами. Журнал прошнурований, скріплений печаткою сторінки пронумеровані. В ремонтно-будівельному цеху на деревообробних верстатах замінено пилогазоочисне устаткування замість циклону «Гіпродревпром» встановлено промисловий пиловловлювач «Zenitech». Зазначене обладнання встановлено безпосередньо в приміщенні столярної майстерні та не здійснює викид в атмосферне повітря. Перевіркою встановлено, що пиловловлювач «Zenitech» відноситься до технологічних ПГОУ на які не поширюються Правила технічної експлуатації установок очистки газу. Журнал по часу роботи ПГОУ в цеху централізованого ремонту впроваджено, записи вносяться.

Технічне навчання та перевірка знань персоналу проведена в 2020 році на ТОВ «Херсонський навчально-курсний комбінат «Професіонал», про що свідчить протокол № 197 засідання комісії. Перевірку знань проведено у 5 осіб обслуговуючого персоналу. До складу комісії включено представника Державної екологічної інспекції у Херсонській області.

Перевірка знань обслуговуючого персоналу цеху централізованого ремонту зі складанням протоколу відповідного зразка в 2020 році не проводилась, чим порушено вимоги ч. 3 ст. 10 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» та «Правила технічної експлуатації установок очистки газу» затверджені наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 06 лютого 2009 року № 52, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 13 квітня 2009 року за № 327/16343.

Обстеження технічного стану ПГОУ в 2014 та 2015 роках зі складанням актів відповідного зразка проведено. Інструкція з експлуатації ПГОУ розроблена та затверджена.

Перевірка відповідності фактичних параметрів роботи ПГОУ проектним проведена виміральною лабораторією ПВКФ «Довкілля» (свідоцтво про атестацію

№ РЧ-089/2018 від 11.10.2018) протокол № 81/1 від 21.03.2019 та протокол № 112 від 16.03.2020 про що складено акти відповідного зразка. Контроль здійснено на джерелі викиду № 3.

Умовами дозволу на викиди передбачено перелік заходів щодо здійснення контролю за дотриманням встановлених граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин та умов дозволу на викиди, а саме на джерелах викиду № 3 (труба), № 4 (труба) та № 7 (віконний вентилятор) при технічному обслуговуванні двигунів) один раз на рік починаючи з 02.09.2019 на речовини у вигляді твердих часток недиференційованих за складом. Інструментально-лабораторний контроль за дотриманням встановлених нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин у викидах стаціонарного джерела № 7 вимірювальною лабораторією ПВКФ «Довкілля».

На балансі товариства знаходиться 15 одиниць автомобільного транспорту, з яких 3 одиниці працюють з використанням бензину та 11 одиниць з використанням газу/бензину та 1 одиниця з використанням дизельного палива. Перевірка виміру вмісту забруднюючих речовин у пересувних джерелах забруднення проводиться при проходженні технічного огляду. Остання перевірка проведена 18.03.2018.

Згідно інвентаризації джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в котельному відділенні працюють котли ЦКТИ-100-39 ГМ № 1 та БКЗ-200-100 ГМ № 6, 7. Обладнання в опалювальний період працює цілодобово. Нове будівництво та реконструкція діючого обладнання суб'єктом господарювання на час проведення перевірки не проводиться.

З метою здійснення контролю за дотриманням встановлених нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин у присутності уповноваженого представника Товариства проведено відбір проб та визначення вмісту забруднюючих речовин у викидах стаціонарного джерела № 1, складено акт відбору проб № 06-15 від 27.11.2015.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології: Підручник. Київ : Либідь, 2005. 408 с.
2. Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: Підручник. Київ : Видавничий центр «Академія», 2006. 360 с.
3. Королева Д.В. Формування екологічного паспорта промислового підприємства. Суднобудування і безпеку життєдіяльності. Львів : 2010, № 7. С. 35–37.
4. Надточій П.П. Екологія ґрунту : монографія / П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач. Житомир : Видавництво «ПП Рута», 2010. 473 с.
5. Сухарев С.М., Чудак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Львів : «Новий світ-2000», 2004. 256 с.
6. Сухарев С.М., Чудак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Центр навчання і літератури, 2006. 394 с.
7. Акти перевірки дотримання вимог природоохоронного законодавства в галузі охорони атмосферного повітря, водних і земельних ресурсів щодо поводження з відходами та небезпечними хімічними речовинами. Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 07.10.2019 № 523. Аналіз екологічної експертизи діяльності ПАТ «Херсонська ТЕЦ». Державна екологічна інспекція у Херсонській області. Звіти актів перевірки за 2014–2020 рр. С. 28.

УДК 551.501.8:004.65:502.13:005

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.43>

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ – СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Андрейченко С.В. – д.б.н., професор,
завідувач кафедри екології та ландшафтного дизайну,
Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»

Діденко І.А. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри екології та ландшафтного дизайну,
Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»

Амбер А.Ю. – аспірант кафедри менеджменту та інноваційного провайдингу,
Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»

У статті розглянуто питання актуальності використання ГІС-технології, що є сучасним інструментом екологічного менеджменту, який використовується для ефективного вирішення проблем забруднення та управління природними ресурсами. Ці технології включають в себе збір, аналіз та візуалізацію географічних даних, що дозволяє зрозуміти взаємозв'язок між людською діяльністю та навколишнім середовищем.

Встановлено, що використання ГІС-технологій у екологічному менеджменті дозволяє здійснювати точну інвентаризацію природних ресурсів, визначати зони забруднення, прогнозувати вплив людської діяльності на довкілля та розробляти стратегії його охорони. Це дає змогу приймати обґрунтовані рішення щодо зменшення забруднення, ефективного використання ресурсів та збереження біорізноманіття.

Використання ГІС-технологій також сприяє взаємодії між різними зацікавленими сторонами, включаючи урядові органи, наукові установи та громадські організації. Це сприяє покращенню комунікації та спільній роботі для досягнення спільних екологічних цілей.

Дослідження зосереджується на використанні цифрових технологій, таких як ГІС-системи, супутникові дані та математичні методи прогнозування, для зниження концентрації забруднюючих речовин у повітрі та керування викидами підприємств. Основною метою дослідження є встановлення зв'язку між наземним та супутниковим моніторингом концентрації забруднюючих речовин у повітрі в місті Києві і розробка моделі, що наближує фактично виміряні значення концентрації. Це дослідження має значення як цифровий інструмент для промислових підприємств у сфері екологічного менеджменту.

У підсумку було доведено, що ГІС-технології є потужним інструментом управління навколишнім середовищем, який допомагає знижувати забруднення, раціонально використовувати природні ресурси та забезпечувати сталий розвиток. Вони дозволяють зробити екологічний менеджмент більш ефективним та науково обґрунтованим.

Ключові слова: ГІС-технології, цифровий інструмент, екологічний менеджмент, індекс якості повітря, забруднюючі речовини.

Andreichenko S.V., Didenko I.A., Amber A.Yu. GIS-technologies – a modern tool for environmental management

The article examines the relevance of using GIS technology, which is a modern tool for environmental management, used for effectively addressing pollution issues and natural resource management. These technologies encompass the collection, analysis, and visualization of geographic data, enabling the understanding of the relationship between human activities and the environment.

It has been established that the utilization of GIS-technologies in environmental management enables accurate inventorying of natural resources, identification of pollution zones, prediction of the impact of human activities on the environment, and the development of strategies for its conservation. This facilitates informed decisions regarding pollution reduction, efficient resource utilization, and biodiversity preservation.

The use of GIS-technologies also fosters collaboration among various stakeholders, including governmental bodies, research institutions, and non-governmental organizations.

This contributes to enhanced communication and collaborative efforts toward achieving shared environmental goals.

The research focuses on the application of digital technologies such as GIS-systems, satellite data, and mathematical forecasting methods to reduce the concentration of pollutants in the air and manage industrial emissions. The primary aim of the study is to establish a correlation between ground-based and satellite monitoring of pollutant concentrations in the air in Kyiv city and develop a model that approximates the measured concentration values. This research holds significance as a digital tool for industrial enterprises in the field of environmental management.

In conclusion, it has been demonstrated that GIS-technologies are potent tools for environmental management, aiding in pollution reduction, rational utilization of natural resources, and ensuring sustainable development. They allow for more effective and scientifically grounded environmental management.

Key words: *GIS-technologies, digital tool, environmental management, air quality index, pollutants.*

Постановка проблеми. 2 червня 2022 року у Стокгольмі, Швеція, коаліція з 1000 зацікавлених сторін з понад 100 країн, за підтримки ООН, представила План Дій. Його метою є використання цифровізації для прискорення еколого-соціального аспекту сталого розвитку. Конкретно, план спрямований на перенаправлення і встановлення пріоритетів в застосуванні цифрових технологій для досягнення Порядку Денного Сталого Розвитку до 2030 року та вирішення потрійної планетарної кризи: зміни клімату, втрати біорізноманіття та управління відходами [6].

У самому документі «Порядок денний на XXI століття», що був прийнятий на Міжнародній конференції з довкілля та розвитку в Ріо-де-Жанейро, Бразилія, у 1992 році, було зазначено, що «екологічний менеджмент повинен бути визнаний ключовою складовою сталого розвитку та має бути віднесений до високопріоритетних завдань промислової діяльності підприємств» [1].

З розвитком цифрових технологій, таких як ГІС-системи, використання супутникових даних та застосування математичних методів прогнозування, з'являється додатковий шанс знизити концентрацію забруднюючих речовин у повітрі та ефективно керувати викидами підприємств на національному та глобальному рівнях. Саме це і стало ключовою проблемою цього дослідження – встановлення зв'язку між наземним та супутниковим моніторингом концентрації забруднюючих речовин у повітрі на прикладі міста Києва, а також розробка моделі, що наближує концентрацію забруднюючих речовин до фактично виміряних значень. Це важливо як цифровий інструмент екологічного менеджменту для промислових підприємств [6; 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для аналізу цифрової складової подібних досліджень, вченими широко використовуються дані з геопорталу інформаційних послуг, що базуються на космічному спостереженні навколишнього середовища та безпеки, відомого як “Copernicus”.

Концепція служби “Copernicus” спрямована на забезпечення глобального, високоякісного та постійного моніторингу планети, а також на надання своєчасної та точної інформації, яку можна використовувати для оптимізації екологічного менеджменту та забезпечення сталого розвитку регіонів [9].

Інформація про якість повітря визначається за Європейським індексом якості повітря (ЄІЯП), розробленим Європейським агентством з навколишнього середовища. Цей індекс є важливим інструментом для оцінки рівня забруднення повітря та його впливу на здоров'я людей та навколишнє середовище [2; 8].

ЄІЯП розраховується на основі п'яти основних забруднюючих речовин, які включають O_3 , NO_2 , SO_2 , $PM_{2,5}$ та PM_{10} , що є основними шкідливими речовинами, регульованими європейським законодавством [5]. Значення індексу варіюється від «доброго» (1) до «дуже поганого» (5) і відображає рівень забруднення повітря [4].

Цей індекс дозволяє встановити прямий зв'язок між концентрацією забруднюючих речовин у повітрі та їх впливом на якість повітря. Вищі значення індексу свідчать про більш високу концентрацію забруднюючих речовин і вказують на погіршення якості повітря. Це дозволяє приймати необхідні заходи для зменшення забруднення та покращення екологічного менеджменту з метою забезпечення сталого розвитку та здорового довкілля.

Наведені прогнози отримані за допомогою обчислювальної сітки з рівнем площі 10 км на 10 км. Важливо зазначити, що ці прогнози не враховують місцеві ефекти, які можуть впливати на якість повітря. У районах, де є місцеві джерела забруднення, зазвичай спостерігається висока концентрація SO_2 , NO_2 , $PM_{2,5}$ та PM_{10} , а низька концентрація O_3 [9].

Постановка завдання. Щоб отримати актуальні значення європейського індексу якості повітря досліджуваної території, нашим завданням було побудувати поліноміальні моделі для прогнозування концентрацій забруднювачів повітря на основі даних геопорталів, які співпрацюють з Європейським агентством з охорони навколишнього середовища, а також з національними агентствами, відповідальними за контроль якості повітря в кожній європейській країні. Ці ресурси надають актуальну та достовірну інформацію про рівень забруднення та якість повітря в різних регіонах [3; 7].

Цифровий інструмент надає дані за допомогою пікселів, що охоплюють велику територію площі землі. Для отримання даних на рівні землі використовувався вимірювальний прилад Air quality monitor sdl607. Цей прилад надає дані майже кожну секунду, тоді як супутник збирає дані щогодинно. З метою узгодження даних, отриманих з наземного приладу та супутника, було проведено усереднення даних з наземних вимірювальних приладів [9].

Виклад основного матеріалу дослідження. В ході нашого дослідження використання приладу Air quality monitor sdl607 дало нам змогу порівняти дані з наземного приладу за часом вимірювання та координатами місця, де були проведені вимірювання, з координатами пікселя, що відповідав тій же території на час проведення наземних вимірювань. Таким чином, отримано дані, необхідні для побудови регресійної моделі.

Для побудови моделі використовувався аналіз, відомий як метод найменших квадратів (МНК). Цей метод застосовується для обробки даних експерименту та отримання висновків про властивості обраного рівняння. Зазвичай у дослідженнях досліджується вплив однієї змінної на іншу [3]. Іноді дві змінні мають точний лінійний зв'язок, який може бути описаний рівнянням прямої лінії.

Розглянемо метод найменших квадратів для рівняння поліному [1]:

$$= \sum_{j=0}^k b_j x^j.$$

Мінімізуємо суму квадратів:

$$= \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=0}^k b_j x_i^j - y_i \right)^2 \rightarrow \min.$$

Прирівняємо часткові похідні до 0. $k+1$ є змінною $S(b_0, b_1, \dots, b_k)$:

$$S'_{b_p} = 2 \sum_{i=1}^n x_i^p \left(\sum_{j=0}^k b_j x_i^j - y_i \right) = 0, \quad p = \overline{0, k}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i^p (b_0 + b_1 x_i + \dots + b_k x_i^k) - \sum_{i=1}^n x_i^p y_i = 0, \quad p = \overline{0, k}$$

$$\begin{cases} b_0 + b_1 \bar{x} + \dots + b_k \bar{x}^k = \bar{y} \\ b_0 \bar{x}^k + b_1 \bar{x}^{k+1} + \dots + b_k \bar{x}^{2k} = \bar{x}^k \end{cases}$$

Розглянемо МНК для рівняння прямої виду $y = ax + b$.

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2 \rightarrow \min \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2 \rightarrow \min$$

Візьмемо похідні від S по a і b .

$$\begin{aligned} \frac{dS}{da} &= \sum_{i=1}^n (2(y_i - (ax_i + b)) * (y_i - (ax_i + b))'_a) \\ &= 2 \sum_{i=1}^n ((y_i - ax_i - b) * (0 - (x_i + 0))) \\ &= 2 \sum_{i=1}^n ((y_i - ax_i - b) * (-x_i)) = 2 \sum_{i=1}^n (ax_i^2 + bx_i - x_i y_i) \\ \frac{dS}{db} &= \sum_{i=1}^n (2(y_i - (ax_i + b)) * (y_i - (ax_i + b))'_b) \\ &= 2 \sum_{i=1}^n ((y_i - ax_i - b) * (0 - (0 + 1))) = 2 \sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i) \end{aligned}$$

Прирівняємо похідні до 0 та розв'яжемо отриману систему.

$$\begin{cases} 2 \sum_{i=1}^n (ax_i^2 + bx_i - x_i y_i) = 0 \\ 2 \sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i) = 0 \end{cases}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i - N \sum_{i=1}^n X_i Y_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 - N \sum_{i=1}^n X_i^2}$$

$$b = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i \right)$$

Модель монотонної регресії відповідала методу лінії вільної форми до послідовності спостережень, таким чином, щоб відповідна лінія не збільшувалась, і знаходилась якомога ближче до спостережень.

В результаті, необхідно мінімізувати $\sum_i \omega_i (y_i - \hat{y}_i)^2$, де $\omega_i > 0$ та

$$\hat{y}_{\min} = \hat{y}_1 \leq \hat{y}_2 \leq \dots \leq \hat{y}_n = \hat{y}_{\max}$$

Для кожного із забруднювачів атмосферного повітря було побудовано поліноміальну регресію.

Зв'язок між даними наземних та супутникових вимірів концентрації SO_2 зображено на рис. 1.

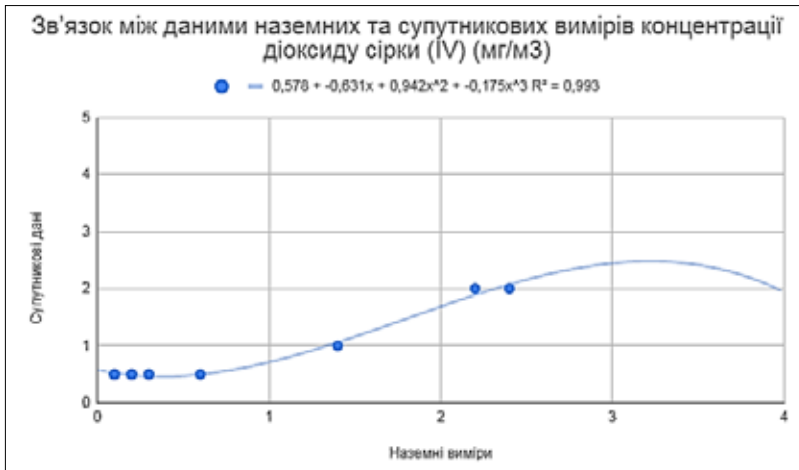


Рис. 1. Виміри концентрації SO_2

Зв'язок між даними наземних та супутникових вимірів концентрації завислих речовин (PM2.5 та PM10) зображено на рис. 2.

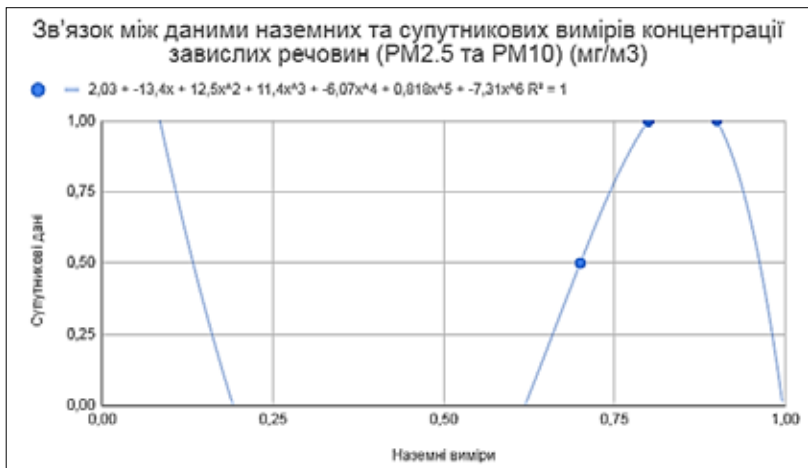


Рис. 2. Виміри концентрації завислих речовин (PM2.5 та PM10)

Зв'язок між даними наземних та супутникових вимірів концентрації CO зображено на рис. 3.

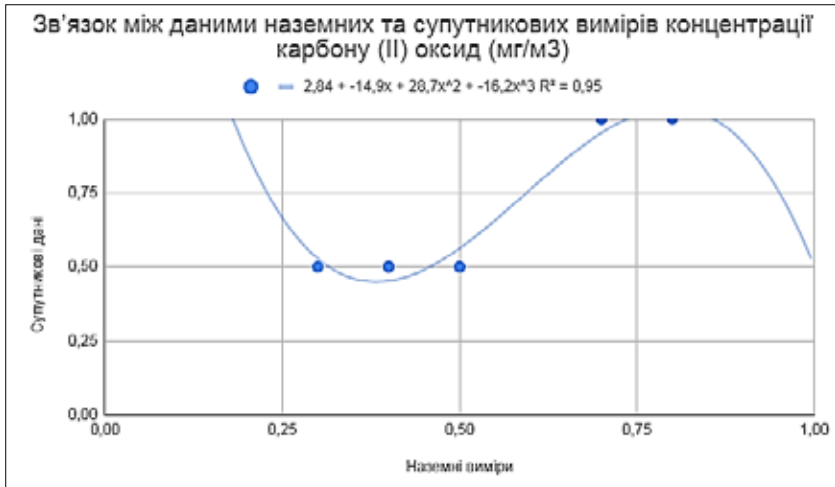


Рис. 3. Вимірів концентрації CO.

Зв'язок між даними наземних та супутникових вимірів концентрації NO₂ зображено на рис. 4.

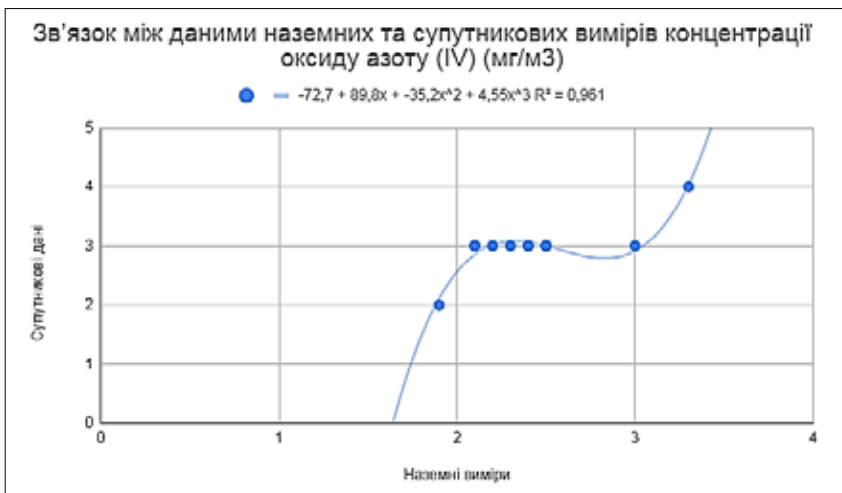


Рис. 4. Виміри концентрації NO₂.

Висновки і пропозиції. Отже, можна зробити висновок, що з розвитком передових технологій, таких як ГІС-системи, супутникові дані та математичні методи прогнозування відкривають можливості для зменшення концентрації забруднюючих речовин у атмосфері та ефективного управління викидами на національному та глобальному рівні.

Побудовані поліноміальні моделі для прогнозування концентрацій забруднювачів повітря, таких як РМ 10, РМ 2.5, СО, О₃, NO₂, демонструють високу точність у відтворенні даних, близьких до реально виміряних. Оцінки R2 підтверджують добру відповідність поліноміальних моделей заміреним даним.

Метод регресійного аналізу ідеально підходить для вивчення зв'язку між наземним та супутниковим моніторингом концентрації забруднюючих речовин у повітрі, на прикладі міста Києва. Використання цього методу дозволяє отримати значимі висновки щодо взаємозв'язку та впливу різних факторів на якість повітря, що сприяє розробці ефективних стратегій екологічного менеджменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. AGENDA 21. United Nations Conference on Environment & Development. Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992.
2. Colin Smith. BS 7750 and environmental management. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. September 1993.
3. Norman R. Draper, Harry Smith. *Applied Regression Analysis*. First published: 9 April 1998. DOI: 10.1002/9781118625590
4. Towards sustainability: a European Community programme of policy and action in relation to the environment and sustainable development. Brussels : Commission of the European Communities, 1992.
5. Гетьман А.П., Шульга М.В. Екологічне право України : підручник для студентів юрид. виш. навч. закладів. Харків : Право, 2005. 385 с.
6. Кожушко Л.Ф., Скрипчук П.М. Екологічний менеджмент : підручник. Київ : Академія, 2007. 432 с.
7. Моделирование та прогнозування для проектів геоінформаційних систем / В. В. Морозов та ін. Херсон : ХДУ, 2007. 328 с.
8. Федуллова Л.І. Менеджмент організацій : підручник. Київ : Либідь, 2004. 448 с.
9. Лабохи Я., Скальський М., Сорока М. Забруднення повітря в Україні з космосу. 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.21053.28645

УДК 639.3.03:597.551.4(477.4/.5)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.44>

ОСОБЛИВОСТІ ЗАГАРТУВАННЯ МОЛОДІ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ У ПРИРОДНИХ УМОВАХ ПІВНОЧІ УКРАЇНИ

Задорожній М.В. – аспірант кафедри аквакультури,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Африканський сом (*Clarias gariepinus*) вважається одним із найперспективніших видів для аквакультури в наслідок своєї невибагливості до умов вирощування та відносно не складною і легко-контрольованою технологією масового відтворення. В даний час розроблені технології вирощування сома в ставах і басейнах в тропічних країнах. З 1980-х років розпочали проводити дослідження з розведення сома в умовах помірного клімату, але для вирощування в водоймах з контрольованою температурою води, адже контрольовані умови дають змогу збільшити рибородуктивність за рахунок інтенсивної технології. Саме через те, що *clarias gariepinus* дає високу продуктивність за інтенсивної технології вирощування, мало хто використовує його у вирощуванні, в помірних широтах, за екстенсивної технології, зсилаючись на обмежений період вирощування товарної продукції, але навіть за екстенсивної технології африканський сом здатен давати рибородуктивність конкуруючу з карпом, звичайно якщо брати терміни літнього вирощування.

У статті наведено результати щодо вивчення впливу пониження оптимальних температур води, та різних стрес факторів які діяли на молодь при її підрощуванні в акваріумах, та наведено порівняння дослідних груп, які в подальшому вирощувалися в басейнах відкритого типу на півночі України.

Дослід проводився в два етапи. На першому етапі, який тривав 32 дні, молодь підрощувалася в чотирьох акваріумах за контрольованих умов. Діапазон температури води, в якій підрощувався кларієвий сом складав: для акварі-умів № 1 та № 2 28–30 °C для акваріумів № 3 – № 4 коливався від 20 до 27 °C. Для годівлі молоді кларієвого сома використовували корм торгової марки “Aller Aqua” з розмірами гранул 0,2 мм.

На другому етапі, який тривав 34 днів, риба вирощувалася в бетонних басейнах з водоподачею природної температури води, з мінімальним втручанням. Показник температури води під час другого етапу коливався від 19 °C до 24 °C, але в середньому становив 22 °C.

В результаті досліджень було встановлено що загартований мальок кларієвого сома, у порівнянні з мальком вирощеним за оптимальних умов, має більшу резистентність до падіння температури навколишнього середовища при вирощуванні у природних кліматичних умовах півночі України.

Ключові слова: африканський сом, виживаність, температура, темп росту, бетонні басейни, рибородуктивність.

Zadorozhnyi M.V. Peculiarities of hardening of fry of claria catfish (*Clarias gariepinus*) for cultivation in natural conditions of Northern Ukraine

African catfish *clarias gariepinus* is considered one of the most promising species for aquaculture due to its unpretentiousness to growing conditions and relatively uncomplicated and easily controlled technology of mass reproduction. Currently, technologies for growing catfish in ponds and pools in tropical countries have been developed. From the 1980s, they began to conduct research on catfish breeding in temperate climates, but for cultivation in reservoirs with controlled water temperature, because controlled conditions make it possible to increase fish productivity due to intensive technology. Precisely because *clarias gariepinus* gives high productivity under intensive cultivation technology, few people use it in cultivation, in moderate latitudes, under extensive technology, referring to the limited period of cultivation of commercial products, but even under extensive technology, African catfish is able to give fish productivity competing with carp, of course if we take the terms of summer cultivation.

The article presents the results of the study of the impact of lowering the optimal water temperature and various stress factors that acted on the fry during their rearing in aquariums, and compares experimental groups that were subsequently reared in open-type pools in the north of Ukraine.

The experiment was conducted in two stages. In the first stage, which lasted 32 days, the fry were raised in four aquariums under controlled conditions. The temperature range of the water in which the clary catfish was grown was: for № 1 – № 2 aquariums, 28–30 °C, for № 3 – № 4 aquariums, it ranged from 20 to 27 °C. Aller Aqua brand feed with 0.2 mm granule size was used to feed young clary catfish.

In the second stage, which lasted 34 days, the fish were raised in concrete pools with water supply at natural water temperature, with minimal intervention. The water temperature during the second stage fluctuated from 19 °C to 24 °C, but averaged 22 °C.

As a result of the research, it was established that hardened fry of clary catfish, in comparison with fry grown under optimal conditions, have greater resistance to the drop in ambient temperature when grown in the natural climatic conditions of northern Ukraine.

Key words: *African catfish, survival, temperature, growth rate, concrete pools, fish productivity.*

Постановка проблеми. Африканський сом вважається одним із найперспективніших видів для аквакультури в наслідок своєї невибагливості до умов вирощування та відносно не складною і легко-контрольованою технологією масового відтворення. В даний час розроблені технології вирощування сома в ставах і басейнах в тропічних країнах. З 1980-х років розпочали проводити дослідження з розведення сома в умовах помірного клімату, але для вирощування в водоймах з контрольованою температурою води, в основному – в установках замкнутого водопостачання. Цей вид вирощується в Нідерландах, Венгрії, Бельгії, Німеччині, Чехії, Польщі та ін. країнах помірного клімату [1, с. 319–320]. В Україні кларієвий сом вирощується переважно в УЗВ на підприємствах де є можливість підтримування оптимальних для цього виду умов вирощування. Але за рідко-опублікованою інформацією відомо, що в літній період є можливість виростити африканського сома до товарної маси, зазвичай таке вирощування проводиться за екстенсивної або напівінтенсивної технології.

У результаті збору інформації виникла потреба у проведенні досліджень можливості вирощування товарного кларієвого сома в ставах на півночі України. А також підвищення виживаності сома при вирощуванні товарної риби на проточній воді без її підігріву.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кларієвий сом є термофільною рибою – оптимальною для його розвитку вважається температура 24–28 °C, мінімальною 18 °C. При температурі 12 °C риба гине через кілька діб. Дихає киснем з атмосфери – для чого періодично піднімається до поверхні води і заковтує повітря. Використовувати атмосферний кисень допомагає зябровий апарат, що складається з зябрової камери та сильно розгалужених виростів на другій та четвертій зябрових дугах. Стійкий до забруднення води, різноманітних стрес-факторів та захворювань. Характеризується високим темпом росту, витримує надзвичайно високі щільності посадки [2, с. 91–98; 3, с. 83–93].

На даний момент часу *Clarias gariepinus* – один із популярніших об'єктів прісноводної аквакультури. Освоєні технології його масового відтворення в риборозплідниках. Розроблені технології як для малих ферм, так і для промислових великих високотехнологічних підприємств, як для екстенсивних, так і для інтенсивних умов вирощування [4, с. 73].

За даними дослідів які проводилися 2005 року в whedo (сезонні ставки, що заповнюються виключно повеневими водами, та згодом висихають) розташованих у селі Gangban (06°39'48" пн. ш. 02°27'66" сх. д.), за 108 км на північний схід від Cotonou, африканський сом цілком здатний давати гарну рибопродуктивність

при вирощуванні у ставках з високою щільністю посадки, якщо при цьому будуть сприятливі погодні умови, та регулярна годівля [5, с. 65–72].

Цікаві результати деяких досліджень, експериментів: краще африканського сома вирощувати при більш високій щільності посадки; низька щільність посадки викликає певний стрес у риби, що визначили у всіх досліджуваних вікових групах [6, с. 1353–1358]. Африканські соми наважкою біля 100 г відчують себе більш зручно в басейнах з високою щільністю посадки, чим з низькою. Хоча у риби масою понад 1 кг впливу щільності посадки не виявили [7, с. 69–75].

За результатами пошуку публікацій які стосувалися б дослідів з підготовки малька африканського сома до вирощування у природніх водоймах півночі України мною не знайдено саме тому було прийняте рішення провести дане дослідження.

Постановка завдання. Метою досліджень було вивчення та оптимізація можливості підрощування молоді кларієвого сома в акваріальних та басейнових умовах для подальшого випуску на літній період до ставків для нагулу у природніх кліматичних умовах півночі України.

Дослідження проводили з 06 червня по 12 серпня 2023 року в дослідному центрі аквакультури НУБіП України та на базі ННВЛ Немішаєво. Дослід проводився в два етапи.

На першому (акваріальному) етапі який тривав з 06 червня по 07 липня 2023 року в акваріальній лабораторії кафедри аквакультури Центру водних біоресурсів та аквакультури НУБіП України велося підрощування малька в чотирьох дослідних акваріумах в двох з яких підрощувались соми за оптимальних температур а на двох інших були застосовані легкі стресові умови. Такі як: зниження температури від оптимальної, зменшення водообміну, добова відсутність фільтрації води з подальшим прискоренням водообміну. Діапазон температури води, в якій утримували кларієвого сома складав: для акваріумів № 1 та № 2 28–30 °С для акваріумів № 3 та № 4 коливався від 20 до 27 °С. Для годівлі молоді кларієвого сома використовували корм торгової марки “Aller Aqua” з розмірами гранул 0,2 мм. Годівлю риби проводили протягом світлового дня, 2–3 рази на день. У дослідженні використали мальок кларієвого сома 217екз. з середньою масою 0,4 г ± 0,2 г який посадили на підрощування в 100 л акваріуми з затемненим склом та зовнішніми фільтрами.

Всіх риб розділили на 4 групи:

- 1) Акваріум № 1 (контроль) – 50 екз., підрощування за оптимальних умов;
- 2) Акваріум № 2 – 67 екз., підрощування за підвищеної щільності посадки;
- 3) Акваріум № 3 – 50 екз., підрощування за впливу легких стрес факторів;
- 4) Акваріум № 4 – 50 екз., повтор акваріума № 3.

Після завершення акваріального етапу було проведено контрольне зважування та підрахунок втрат. З подальшим переходом до другого (басейнового) етапу дослідю.

На другому етапі чотири дослідні групи пересаджувалися в 2 бетонні басейни 3x4x1,5 м поділені сітчастою перегородкою пополам з природнім водозабезпеченням, без штучного підігріву води, та фільтрів, за такою схемою:

- 1) Акваріум № 1 (контроль) – басейн № 1 частина А;
- 2) Акваріум № 2 – басейн № 1 частина Б;
- 3) Акваріум № 3 – басейн № 2 частина А;
- 4) Акваріум № 4 – басейн № 2 частина Б.

Другий етап тривав з 07 липня по 12 серпня 2023 року, в бетонних басейнах ННВЛ Немішаєва, під час вирощування фіксувались стрибки температури навколишнього середовища в діапазоні від 16 до 34 °С, у годівлі молоді кларієвого сома використовували корм торгової марки “Aller Aqua” з розмірами гранул 0,3 та 0,4 мм. Годівлю риби проводили протягом світлового дня, 2 рази на день, після завершення басейнового етапу також було проведено контрольне зважування та підрахунок втрат.

Результати досліджень. В досліді було використано 217 екз. малька кларієвого сома середньою масою 0,4 г ± 0,2 г. мальок після рівномірного розподілу за масою, 20 г на 1 дослідний акваріум підросувався в чотирьох акваріумах протягом 15 днів. Після чого було проведено перше контрольне зважування, результати якого наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Контрольне зважування після 15 днів підросування в акваріумах

№	акваріум № 1 (контроль), n = 50 екз.	акваріум № 2 n = 67 екз.	акваріум № 3 n = 50 екз.	акваріум № 4 n = 50 екз.
температура, °С	28 – 30	28 – 30	20 – 27	20 – 27
кількість виживших, екз.	36	48	45	43
загальна маса на 15 день вирощування, г	67	81,9	58,8	41,4
загинуло, екз.	14	19	5	7
виживаність, %	72	72	90	86
загальний приріст маси, г	47	61,9	38,8	23

Як видно з таблиці 1 підросування африканського сома за оптимальних температур дає більший приріст маси, але і більшу смертність, у результаті спостережень за дослідними групами встановлено що, понад 90% втрат перепадає на канібалізм. Також відмічено, що за більш високої щільності посадки зростає кількість жертв канібалізму.

Друге контрольне зважування проводилося в кінці акваріального етапу досліді 07 липня результати зважування наведені в таблиці 2. За результатами першого етапу досліді наведеними у таблиці 2 можна побачити, що оптимальні температури підросування сприяють стабільному набору маси та росту молоді сома. А втрати хоча і суттєвіші порівняно з дослідними групами акваріумів № 3 та № 4, але за рибопродуктивністю все одно займає лідируючу позицію, саме дослідна група з оптимальними умовами підросування.

Результати акваріального етапу досліді наведені в таблиці 2. Рядок загальний приріст маси показує на скільки збільшилася загальна маса риби після попереднього зважування.

За даними таблиці 2 можна побачити, що рибопродуктивність залишається найвищою в контролі. Тим не менше, втрати менші в акваріумах № 3 та № 4.

Фінальні результати досліді наведені у таблиці 3. Під час проведення басейнового етапу досліді температура суттєво коливалася. Температура атмосферного повітря суттєво знижувалась, зафіксоване пониження до 18 °С в день та до 14 °С в ночі, а температура води опускалася до позначки 19 °С у зв'язку з чим зафіксовані втрати в басейні № 1 частині А та в басейні № 1 частині Б.

Таблиця 2

Результати акваріального вирощування кларієвого сома

№	акваріум № 1 (контроль), n = 50 екз.	акваріум № 2 n = 67 екз.	акваріум № 3 n = 50 екз.	акваріум № 4 повтор № 3 n = 50 екз.
температура, °С	28–30	28–30	20–27	20–27
кількість виживших, екз.	32	41	35	38
загальна маса на 32 день вирощування, г	564,4	399,9	352,4	282,4
загинуло, екз	4	7	10	5
виживаність, %	88	83	71	87
загинуло*	18	26	15	12
виживаність**	64	61	70	76
загальний приріст маси,	497,4	318	293,6	241

* – загинуло від старту досліду, екз.;

** – виживаність від старту досліду, %.

Таблиця 3

Результати вирощування кларієвого сома в басейнах

№	басейн № 1 частина А n = 32 екз.	басейн № 1 частина Б n = 41 екз.	басейн № 2 частина А n = 35 екз.	басейн № 2 частина Б n = 38 екз.
кількість виживших, екз.	25	27	35	38
загальна маса на 68 день вирощування, г	1164	1802,4	1554,5	1809,9
загинуло, екз	7	14	0	0
виживаність, %	72	48	100	100
загинуло*	25	40	15	12
виживаність**	50	40	70	76
загальний приріст маси,	623,9	1402,5	1202,1	1527,5

* – загинуло від старту досліду, екз.;

** – виживаність від старту досліду, %.

Висновки та пропозиції. При підрощуванні молоді кларієвого сома оптимальні температури позитивно впливають на ріст та швидкий набір маси риби, що підтверджує ефективність розроблених технологій вирощування даного виду в УЗВ установках.

Але якщо товарне вирощування буде проводитися у ставових умовах півночі України, то для підрощування рибопосадкового матеріалу є доцільним вирощування молоді за температур води наближених до клімату місцевості в якій планується вирощування товарної риби. Це дасть змогу уникнути вагомих втрат риби при зниженні температури, що в свою чергу врятує рибопродуктивність ставків.

Також в ході досліду встановлено, що підрощування малька за температури від 20 до 24 °С знижує рівень канібалізму кларієвого сома на 6–10%. Таким чином вважаю за доцільне підрощування рибопосадкового матеріалу кларієвого сома з пониженням температур від оптимальних на 4–6 °С, що забезпечить його виживаність при подальшому вирощуванні в ставках на півночі України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Metailler R., Gabaudan J. Practical manual for the culture of the African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*. 1986. Vol. 59. № 3–4. P. 319–320. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90013-x](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90013-x) (date of access: 29.08.2023).
2. North African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) / D. Gu et al. Biological Invasions and Its Management in China. Singapore, 2017. P. 91–98. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-10-3427-5_6 (date of access: 29.08.2023).
3. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability / C. I. M. Martins et al. *Aquacultural Engineering*. 2010. Vol. 43. № 3. P. 83–93. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.09.002> (date of access: 29.08.2023).
4. Graaf G. d. Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *clarias gariepinus* in Sub-Saharan Africa: A handbook. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996. 73 p.
5. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): Effect of stocking density on growth, production and body composition / I. Toko et al. *Aquaculture*. 2007. Vol. 262. № 1. P. 65–72. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.08.054> (date of access: 29.08.2023).
6. Stunning of farmed African catfish (*Clarias gariepinus*) using a captive needle pistol; assessment of welfare aspects / E. Lambooi et al. *Aquaculture Research*. 2003. Vol. 34. № 14. P. 1353–1358. URL: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00966.x> (date of access: 29.08.2023).
7. Effects of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell / P. G. van de Nieuwegiessen et al. *Aquaculture*. 2009. Vol. 288. № 1–2. P. 69–75. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.009> (date of access: 29.08.2023).

УДК 502.131.1:574.1:631.147

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.45>**ЗНАЧЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЯК ІННОВАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДО ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ АГРОЕКОСИСТЕМ**

Ковка Н.С. – асистент кафедри екології
та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет

Сучасні проблеми в сільському господарстві вимагають нових підходів для забезпечення стійкості агроecosистем. Один із інноваційних напрямків – це зосередження на біорізноманітті та екологічній інтенсифікації.

Дана стаття розглядає актуальне значення біорізноманіття та екологічної інтенсифікації як інноваційного підходу до зміцнення стійкості агроecosистем. В умовах зростання потреби в продуктах харчування та підвищення тиску на природні ресурси необхідно знайти рішення, які сприяють одночасному підвищенню врожайності та збереженню довкілля.

Стаття зосереджується на важливій ролі біорізноманіття у забезпеченні ста-лої функціональності агроecosистем. Висвітлюються механізми взаємодії різноманітних видів та екосистемних послуг, що сприяють регулюванню шкідників, покращенню

обґрунтованої якості та підтриманню біологічної різноманітності. Додатково, стаття аналізує переваги екологічної інтенсифікації, що включає в себе використання агротехнічних методів та впровадження стійких практик з обґрунтування обробки. Дослідження акцентують увагу на важливості забезпечення балансу між високою врожайністю збереження та екологічної рівноваги.

Крім того, стаття аналізує вплив інноваційних підходів на економічний аспект аграрного сектору. Вона досліджує можливості забезпечення сталого зростання доходів сільських господарств за рахунок збалансованого використання ресурсів та введення високо-ефективних агротехнологій.

Загалом, стаття підкреслює важливість біорізноманітності та екологічної інтенсифікації як інноваційного підходу до забезпечення стійкості агроєкосистем. Дослідження надають цінні вказівки для практичного застосування цих підходів, сприяючи більш ефективному та стійкому розвитку аграрного сектору.

Ключові слова: агроекологічні практики, продовольча безпека, сталий розвиток, врожайність, біорізноманіття, екологічна стійкість, сільське господарство, біорізноманіття, довкілля, збереження ресурсів.

Kovka N.S. The importance of biodiversity and ecological intensification as innovative approaches to increasing the sustainability of agroecosystems

Modern challenges in agriculture necessitate new approaches to ensure the sustainability of agroecosystems. One innovative direction involves focusing on biodiversity and ecological intensification. This article explores the significance of biodiversity and ecological intensification as an innovative approach to enhancing the resilience of agroecosystems.

The paper discusses the current relevance of biodiversity and ecological intensification as key tools in fortifying the stability of agroecosystems. In the face of rising food demands and mounting pressure on natural resources, solutions that simultaneously boost crop yields and preserve the environment are imperative.

The article underscores the vital role of biodiversity in maintaining the functional integrity of agroecosystems. Mechanisms of interaction between diverse species and ecosystem services are elucidated, contributing to pest regulation, improved soil quality, and the support of biological diversity. Furthermore, the advantages of ecological intensification are analyzed, encompassing the utilization of agro-technical methods and the implementation of sustainable cultivation practices. The research emphasizes the importance of striking a balance between high yields, conservation, and ecological equilibrium.

Additionally, the article evaluates the impact of innovative approaches on the economic aspect of the agricultural sector. It explores the potential for sustainable income growth among rural farms through resource-efficient practices and the adoption of high-performance agricultural technologies.

In summary, the article underscores the importance of biodiversity and ecological intensification as innovative avenues for ensuring agroecosystem resilience. The research provides valuable insights for the practical application of these approaches, fostering more effective and sustainable agricultural sector development.

Key words: agroecological practices, food security, sustainable development, yield, biodiversity, ecological resilience, agriculture, environment, resource conservation.

Постановка проблеми. Сучасний світ стикається з рядом серйозних викликів, пов'язаних зі збереженням природних ресурсів, забезпеченням продовольчої безпеки та підтриманням екологічної рівноваги.

Серед різноманітних підходів до вирішення проблем забруднення навколишнього середовища, виникає необхідність у вдосконаленні агроєкосистем шляхом інноваційних методів. Один із потенційних шляхів досягнення цього полягає у використанні підходів екологічної інтенсифікації та підтримки біорізноманіття.

Таким чином, дана стаття спрямована на дослідження інноваційних підходів до підвищення стійкості агроєкосистем, зосереджуючись на ролі біорізноманіття та екологічної інтенсифікації. Вона має на меті визначити можливість впровадження цих підходів для забезпечення сталого виробництва продовольства, збереження природних ресурсів та забезпечення екологічної рівноваги в аграрних екосистемах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує зростаючий інтерес до інноваційних підходів, спрямованих на підвищення стійкості агроєкосистем, з особливим акцентом на ролі біорізноманіття та екологічної інтенсифікації. Дослідники та експерти з різних галузей досліджують багатогранні виклики, з якими стикається сучасне сільське господарство, і шукають рішення для забезпечення продовольчої безпеки, збереження навколишнього середовища та екологічної рівноваги [3].

Останні дослідження підкреслюють важливість інтеграції біорізноманіття в сільськогосподарську практику як засобу підвищення стійкості та продуктивності екосистем. Ці дослідження підкреслюють позитивну кореляцію між різними видами рослин і тварин в агроєкосистемах і посиленою боротьбою зі шкідниками, кругообігом поживних речовин і загальною стабільністю екосистеми. Визнання складних взаємозв'язків між різними видами та їхнім внеском у екосистемні послуги підкреслює важливість підтримки та сприяння біорізноманіттю в сільськогосподарських ландшафтах [4; 5].

Постановка завдання. Мета статті – системний аналіз інноваційних підходів до підвищення стійкості агроєкосистем з урахуванням ролі біорізноманіття та екологічної інтенсифікації.

Враховуючи актуальні виклики, пов'язані зі збереженням ресурсів та забезпеченням стійкого виробництва продукції, ця стаття спрямована на дослідження інноваційних підходів до підвищення стійкості агроєкосистем. Головним планом розглядається роль біорізноманіття та екологічної інтенсифікації в цьому контексті та визначення можливостей їх впровадження для забезпечення сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перед обличчям ескалації викликів, викликаних зростаючим глобальним попитом на продовольство та навантаженням на обмежені ресурси, роль біорізноманіття та екологічної інтенсифікації у зміцненні стійкості агроєкосистем привернула значну увагу як новаторський підхід [2].

Біорізноманіття, що охоплює різноманітні види в екосистемі, відіграє ключову роль в агроєкосистемах. Він служить наріжним каменем для екосистемних послуг, включаючи регулювання шкідників, запилення та кругообіг поживних речовин. Наявність різних видів допомагає створити динамічну рівновагу, підвищуючи здатність агроєкосистеми адаптуватися до змін і потрясінь навколишнього середовища. Стимулюючи природний біологічний контроль і пом'якшуючи вплив шкідників і хвороб, біорізноманіття сприяє підвищенню стабільності та стійкості сільськогосподарських ландшафтів [3].

Екологічна інтенсифікація являє собою зміну парадигми в сільськогосподарській практиці, наголошуючи на оптимізації використання ресурсів при мінімізації впливу на навколишнє середовище. Цей інноваційний підхід охоплює низку стратегій, від методів точного землеробства до інтеграції агролісомеліорації. Включаючи екологічні принципи, такі як сівозміна, покривні культури та змішане вирощування, екологічна інтенсифікація покращує кругообіг поживних речовин, зменшує ерозію ґрунту та сприяє здоров'ю ґрунту. Це також сприяє зменшенню залежності від синтетичних матеріалів, що призводить до більш гармонійного зв'язку між сільським господарством і навколишнім середовищем [12].

Взаємодія між біорізноманіттям і екологічною інтенсифікацією демонструє чудовий потенціал для підвищення стійкості агроєкосистем. Різноманітні рослини спільноти приваблюють безліч корисних комах, сприяючи природному балансу, який зменшує потребу в хімічних втручаннях. Крім того, ці методи підвищують родючість і структуру ґрунту, покращуючи утримання води та зменшуючи

сприйнятливості до екстремальних погодних явищ. Інтеграція багаторічних насаджень і агролісомеліорації в сільськогосподарські ландшафти сприяє різноманітності середовищ існування та зміцнює функції екосистеми, сприяючи довгостроковій стабільності [6].

Важливу роль в агроекологічних практиках, сприяючи збалансованому та сталому розвитку сільськогосподарського сектора, відіграють біорізноманіття та екологічна інтенсифікація. Вони сприяють забезпеченню продовольчої безпеки, збереженню природних ресурсів та зменшенню негативного впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля.

У табл. 1, представлено дослідження впливу аспектів біорізноманіття та екологічної інтенсифікації для агроекологічних практик. Дана таблиця порівнює різні аспекти біорізноманіття та екологічної інтенсифікації з позитивним (+) та негативним (-) впливом на збереження різноманітності, адаптацію, ефективне використання ресурсів, негативний вплив на довкілля та стійкість виробництва.

Таблиця 1

Порівняння показників біорізноманіття та екологічної інтенсифікації

Аспекти	Біорізноманіття	Екологічна інтенсифікація
Збереження різноманітності рослин, тварин та мікроорганізмів	+	+
Адаптація до зміни кліматичних умов та ризиків	+	+
Поліпшення генетичної різноманітності	+	-
Ефективне використання ресурсів	-	+
Зниження негативного впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля	+	+
Збереження обґрунтування та покращення його якості	-	+
Вплив на стійкість виробництва та довгострокову продуктивність	+	+

Джерело: сформовано автором

З таблиці видно, що дані підходи мають свої переваги та обмеження. Біорізноманіття сприяє збереженню різноманітності природних ресурсів, а також забезпечує адаптацію до змін клімату та зниження негативного впливу на довкілля та можуть бути успішно використані в агроекологічних практиках залежно від конкретних умов та цілей. Комбінація цих підходів може допомогти досягти більш збалансованого та сталого розвитку сільськогосподарського сектора. Однак використання ресурсів може бути менш ефективним, а покращення генетичної різноманітності може бути викликом.

Екологічна інтенсифікація, з іншого боку, дозволяє ефективніше використовувати ресурси, зменшуючи негативний вплив сільськогосподарської діяльності на довкілля. Вона також покращує якість обґрунтованості та збільшує стійкість виробництва. Проте, можна виникнути ризик втрати генетичної різноманітності та збереження природних екосистем.

В агроекології велика увага приділяється створенню різноманітних систем, де розумно поєднуються однорічні та багаторічні культури, домашня худоба та водні тварини, дерева, ґрунти, вода та інші компоненти господарства

і сільськогосподарських ландшафтів для посилення синергії в умовах все більш помітних змін клімату. У продовольчих системах створення синергетичного ефекту забезпечуються багато переваг. Шляхом оптимізації біологічної взаємодії агроекологічні методи господарювання сприяють покращенню екологічних функцій та, відповідно, підвищенню ефективності використання ресурсів та стійкості до зовнішніх впливів. наприклад, завдяки біологічній фіксації азоту бобовими культурами в системах співставлення або відвідування культур по всьому світу вдається щорічно економити майже 10 млн доларів США на азотних добривах; ця властивість бобових також поліпшення стану обґрунтувань та пом'якшення наслідків зміни клімату та їхньої адаптації до них [7]. Крім того, у рослинництві приблизно 15% азоту надходить з навантаження, що призводить до втрати про синергію внаслідок інтеграції рослинництва та тваринництва [7]. В Азії в інтегрованих рисоводних системах вирощування рису поєднують з виробництвом інших продуктів, включаючи вирощування риби, качок і дерев. Досягнення максимального синергетичного ефекту в інтегрованих рисоводних системах дозволяє значно підвищити врожайність та різноманітність раціону харчування, більш ефективно боротися з бур'янами, покращити структуру та родючість підстав, а також забезпечити біологічне різноманіття середовища проживання та боротьбу зі шкідниками [13]. На рівні ландшафту для посилення синергії необхідна синхронізація виробничої діяльності в часі та просторі.

В інтегрованих агроекологічних системах Східноафриканського нагір'я розширеним способом боротьби з ерозією обґрунтовується налаштування живих парканів із калліандри [8]. Періодична обрізка гілок калліандри лише зменшує конкуренцію дерев із сільськогосподарськими культурами, вирощуваними між живими парканами, а й забезпечує корм для тварин, створюючи синергію різних компонентів системи. При пасовищному тваринництві та екстенсивному випасі худоби формують складні зв'язки між людьми, багатовидовими стадами та змінюють умови оточуючого середовища, які сприяють створенню стійкості до зовнішніх впливів та реалізації таких екосистемних послуг, як розсіювання використання, збереження середовища проживання та плодородіння обґрунтувань [9; 10].

Поряд із прагненням забезпечують максимальний синергетичний ефект, агроекологічні підходи передбачають і певні компроміси як у природних, так і в антропогенних системах. який, компроміс є необхідними при розподілі ресурсів та прав доступу. В агроекологічному підході для сприяння синергії в рамках продовольчої системи загалом та досягнення оптимальних компромісів велика увага приділяється партнерським зв'язкам, співпраці та відповідальному управлінню з участю різних суб'єктів на різних рівнях.

Роль агроекологічних практик у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку є надзвичайно важливою. Ці практики сприяють виробництву здорової, харчової багатой їжі, зберігають та підвищують родючість підстав, сприяють біологічному різноманіттю, а також допомагають зменшити негативний вплив сільськогосподарських систем на навколишнє середовище. Агроекологічні практики також сприяють розвитку стійких та резидентних продовольчих систем, що може забезпечити стабільне забезпечення харчами в умовах зміни клімату та зростаючих викликів у галузі продовольства.

При цьому, агроекологічні практики сприяють зменшенню використання хімічних пестицидів та агрохімікатів, що дозволяє зменшити ризик захворювання підстав та водних ресурсів. Вони підтримують рівновагу екосистему, забезпечують

більш стійкий захист від шкідників та хвороб, що збільшує збільшення врожаїв та покращує якість продукції.

Завдяки агроекологічним практикам досягається гармонійна взаємодія між природними процесами, сільськогосподарською діяльністю та потребами суспільства. Це додатково забезпечити продовольчу безпеку, зберегти родючість підстав для майбутнього покоління та забезпечити стале розвиток сільського господарства. Агроекологічні практики є ключовим інструментом для забезпечення ефективного використання ресурсів та створення життєздатних продовольчих систем, які максимально враховують потреби екологічної та соціальної стійкості [2].

Нижче представлено огляд переваг та недоліків агроекологічних практик у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку (табл. 2).

Таблиця 2

**Переваги та недоліки агроекологічних практик
у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку**

Переваги	Недоліки
Збереження родючості обґрунтувань та водних ресурсів	Може знадобитися більше часу та зусиль для досягнення високих врожаїв
Змінення використання хімічних пестицидів та мінеральних добрив	Потенційно менше врожаїв у перші роки переходу до агроекологічних методів
Підтримка біологічного різноманіття та екосистемних послуг	Потребує високого рівня знань та навичок для ефективного впровадження
Зміна викидів парникових газів та позитивний вплив на зміну клімату	Можливість підвищення вразливості до деяких шкідливих організмів та хвороб
Підвищення стійкості до змін клімату та природних криз	Може вимагати більшого контролю над системою та управління ризиками
Зниження впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля	Може бути важко впроваджувати великий масштаб через потребу в індивідуальних налаштуваннях

Джерело: сформовано автором

У даній таблиці наведено загальний огляд переваг та недоліків агроекологічних практик, але слід зазначити, що конкретні переваги та недоліки можуть варіюватися залежно від різних умов, регіонів та контекстів виробництва.

Зведені дані в табл. 3, наголошують на різноманітних перевагах та викликах агроекологічних підходів, таких як агролісництво, органічне виробництво та ротацийний польовий оборот. відповідно до цих даних, кожний із цих підходів нести свій вклад у забезпечення стійкості, зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля та підтримку продовольчої безпеки.

Проте, важливо підкреслити, що найкращий вибір залежить від контексту, умов та мети виробництва. Враховуючи переваги та виклики кожного підходу, сільськогосподарські виробники можуть обрати оптимальну комбінацію методів, яка відповідає їхнім умовам та цілям. Агроекологічні підходи є інструментом для підвищення стійкості сільськогосподарського виробництва та збереження природних ресурсів на майбутніх поколіннях.

Інноваційні агроекологічні методи господарювання виконують ключову роль у досягненні результатів більш ефективного та сталого сільськогосподарського виробництва. Ці методи дозволяють досягти підвищення врожайності та зниження

продуктивності, одночасно використовуючи залежність від зовнішніх ресурсів. Основний принцип здійснюється в оптимізації внутрішніх ресурсів екосистеми, сприяючи їх ефективному використанню та рециклінгу.

Таблиця 3

Аналіз агроекологічних підходів у створенні сталого та ефективного сільськогосподарського виробництва

Агроекологічний Підхід	Переваги	Виклики та обмеження
Агролісництво	Захищає від ерозії, регулює водний режим, зберігає ґрунтову родючість, зменшує викид CO ₂	Вимагає додаткового обладнання та управління, можна зайняти більше місць, не підходить для всіх регіонів
Органічне виробництво	Забезпечує натуральні продукти, підтримує біорізноманіття, зменшує забруднення підстави та води	Потребує високої кваліфікації та знань, вищих витрат на робочу силу, меншої стійкості до погодних умов
Ротаційний польовий оборот	Зберігає родючу обґрунтованість, контролює шкідників, покращує використання ресурсів	Вимагає точного планування, може вимагати додаткової інфраструктури, залежить від культурних умов

Джерело: сформовано автором

Шляхом впровадження інноваційних агроекологічних методів, таких як використання біологічного різноманіття, внесення органічних добрив, ротаційний польовий оборот та агролісництво, досягається оптимальний баланс між виробництвом та природною екосистемою. Це дозволяє підвищити якість обґрунтованості, забезпечити врожайність та збереження водних ресурсів.

Позитивний вплив інноваційних агроекологічних методів проявляється не тільки на економічному рівні, забезпечуючи більшу врожайність при менших витратах, але й на соціальному рівні. Впровадження цих методів може створити нові можливості для малих сільських господарств, залучати молодь до сільськогосподарської діяльності та покращувати якість життя сільських спільнот.

Водночас, важливо підтримувати, що впровадження інноваційних агроекологічних методів може вимагати часу, знань та ресурсів для навчання та адаптації. Також необхідно урахувати місцеві особливості та умови успішної реалізації цих методів. Загалом, інноваційні агроекологічні методи є інструментом у забезпеченні сталого розвитку сільського господарства, збільшення врожайності та зниження негативного впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля.

Підвищення ефективності використання ресурсів є ще однією рисою агроекологічних систем, де важливий аспект планування використання різноманітності з плануванням забезпечення синергії різних компонентів. Однак з однієї ключової проблеми ефективності є той факт, що в усьому світі сільськогосподарські культури вибирають менше 50% в носу азотних добрив, оскільки інша частина втрачається в навколишньому середовищі, приводячи до серйозних екологічних наслідків [11].

В агроекологічних системах природні ресурси є більш ефективними, особливо ті, що є вдосталь та безкоштовні: такі як сонячна радіація, атмосферний вуглець

і азот. Завдяки покращенню біологічних процесів та циркуляції біомаси, живильних речовин і води сільськогосподарські виробники можуть використовувати менше зовнішніх ресурсів: це також зменшить витрати та пом'якшить негативні екологічні наслідки використання цих ресурсів. У кінцевому підсумку зменшення залежності від зовнішніх ресурсів дає виробникам можливість підвищити свою самостійність та стійкість до природних та економічних збурень.

Один із способів вимірювання ефективності інтегрованих систем – використання поняття земельних еквівалентів (ЗЗЕ) [12]. LER дозволяє порівнювати результати спільного вирощування чи двох компонентів системи (наприклад, сільськогосподарських культур, дерев, тварин) з результатами вирощування тих чи компонентів у монокультурі. В інтегрованих агроекологічних системах LER часто виявляються вищими.

Отже, агроекологічний підхід сприяє створенню сільськогосподарських систем з необхідним рівнем біологічної, соціально-економічної та інституційної різноманітності та гармонізації господарських процесів у часі та просторі для досягнення більшої ефективності.

Висновки і пропозиції. Аналіз різних агроекологічних підходів, таких як агролісництво, органічне виробництво, ротаційний польовий оборот та інші, підкреслив їхню значимість у збільшенні врожайності та зниженні негативного впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище. Вивчення ефективності цих підходів у малих сільських господарствах, залучення молоді до агрокультури та покращення якості життя сільських спільнот підкреслили їхні перспективи в контексті сталого розвитку.

Спільне накопичення та обмін знаннями, підсилення біорізноманіття, екологічна інтенсифікація та використання інноваційних підходів допомагають вирішувати глобальні виклики, пов'язані з продовольчою безпекою, зміною клімату та сталістю сільськогосподарських систем. Важливою складовою є впровадження цих підходів на різних рівнях – від малих господарств до великих агропромислових комплексів. Агроекологічні практики можуть працювати над майбутнім продовольчим виробництвом, повністю забезпечити сталу продовольчу безпеку та збалансований розвиток, зберігаючи природні ресурси для майбутніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агроекологія: стійкість, яку формує кожен та кожна з нас. URL: <https://ecoaction.org.ua/ahroekolohiia-stijkist.html> (дата звернення: 15.08.2023)
2. Боголюбов В.М. та ін. Стратегія сталого розвитку : підручник / В.М. Боголюбов, М.О. Клименко, Л.Г. Мельник, В.А. Прилипка, Л.В. Клименко / за ред. В.М. Боголюбова. Херсон : Олді-плюс, 2012. 444 с.
3. Нейко І.С., Мудрак Г.В., Нейко О.В., Дідур І.М., Матусяк М.В., Козак Ю.В. Лісові генетичні ресурси у контексті збереження біорізноманіття Вінниччини. Монографії видані в Україні. Вінниця : Твори, 2022. 500 с.
4. Мудрак Г. В. Особливості збереження біорізноманіття Східного Поділля: європейські принципи і підходи. *Використання інноваційних технологій в агрономії* : Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 3–4 черв. 2020 р. Вінниця, 2020. 5 с.
5. Мудрак Г.В. Збереження і відтворення біорізноманіття Східного Поділля – пріоритет збалансованого розвитку регіону. *The development of nature sciences: problems and solutions* : Conference Proceedings. 2018. April 27–28. 6 р.
6. Продовольча безпека: світові тенденції та можливості агропродовольчого комплексу України : монограф. / за редакцією член-кореспондента НАН України Л.В. Шинкарук. Київ, 2022. 307 с.

7. Стале сільське господарство для біорізноманіття – біорізноманіття для сталого сільського господарства. *FAO*. Рим. 2017 URL: <https://www.fao.org/about/meetings/coag/coag-26/list-of-documents/en/> (дата звернення: 14.08.2023)
 8. Angima S.D., Stott D.E., O'Neill M.K., Ong C.K., Weesies G.A. Soil erosion prediction using RUSLE for central Kenya highland conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. № 97. P. 295–308.
 9. Ecosystem Services Provided by Livestock Species and Breeds, with Special Consideration to the Contributions of Small-Scale Livestock Keepers and Pastoralists. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Background Study Paper. *FAO*. 2014. № 66. Rev. 1. URL: www.fao.org/3/a-at598e.pdf (дата звернення: 14.08.2023).
 10. Krätli S., Shareika N. Living off uncertainty: the intelligent animal production of dryland pastoralists. *Eur. J. Dev. Res.* 2010. № 22. P. 605–622.
 11. Ladha J.K., Pathak H., Krupnik T.J., Six J., van Kessel C. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Advances in agronomy*, 2005. № 87. P. 85–156.
 12. Mead, R. & Willey R.W. The Concept of a 'Land Equivalent Ratio' and advantages in yields from Intercropping. *Experimental Agriculture*. 1980. № 16 (3). P. 217–228.
 13. Scaling-up integrated rice-fish systems – Tapping ancient Chinese knowhow. South-South Cooperation. *FAO*. 2016. URL: <http://www.fao.org/3/a-i4289e.pdf> (дата звернення: 14.08.2023)
-

УДК 574.2:58

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.46>

РОЛЬ АДАПТАЦІЙНОЇ СПРОМОЖНОСТІ БІОТИ У ФОРМУВАННІ НАДІЙНОСТІ ЕКОСИСТЕМ

Корнієнко В.І. – д.б.н., професор,
директор Української лабораторії якості і безпеки продукції
агропромислового комплексу,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Воїцицький В.М. – д.б.н., професор,
провідний науковий співробітник Української лабораторії якості і безпеки продукції
агропромислового комплексу,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Хижняк С.В. – д.б.н., професор,
провідний науковий співробітник Української лабораторії якості і безпеки продукції
агропромислового комплексу,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Мідик С.В. – к.вет.н., старший дослідник,
завідувач науково-дослідного відділу моніторингу безпеки продукції
агропромислового комплексу Української лабораторії якості і безпеки продукції
агропромислового комплексу,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Дудченко Н.Я. – старший науковий співробітник науково-дослідного відділу
моніторингу якості продукції агропромислового комплексу
Української лабораторії якості і безпеки продукції агропромислового комплексу,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Полтавченко Т.В. – к.вет.н., доцент,
завідувач кафедри водних біоресурсів,
Національний університет водного господарства та природокористування

Наведені основні ознаки екосистем як елементарних одиниць біосфери і різні типи класифікації екосистем. Оцінено, за дії яких природних та антропогенних чинників стан екосистем може змінюватися. Відмічено негативний вплив на екосистему забруднення довкілля нехарактерними для нього фізичними, хімічними і біологічними агентами, або перевищення допустимого рівня шкідливих речовин у довкіллі. Розрізняють атмосферне, водне, ґрунтове і біотичне забруднення. Охарактеризовано можливих забруднювачів, а також здатність екосистем до відновлення після їх впливу. У першу чергу, це відновлення продуктивності екосистем, а також збереження біорізноманіття.

Відмічено, що для всіх екосистем надзвичайно суттєвим є включення процесів адаптації для збереження біотою життєдіяльності. Адаптація визначає спроможність екосистем до їхньої надійності – здатності підтримувати стабільність, цілісність, забезпечувати нормальну життєздатність як самих організмів, так і потомство у мінливих умовах довкілля. Акцентується, що надійність є однією з основних характеристик екосистем. Для забезпечення адаптивної відповіді важливим є загальний об'єм відновлених ушкоджень, який визначає надійність екосистеми, тобто не перевищення порогу незворотних негативних змін, які ведуть до загибелі такої системи.

Основна увага приділена проблемі ролі біологічної адаптації (забезпечення можливості життєздатності та життєдіяльності біоти в мінливих умовах середовища перебування) у формуванні надійності екосистем. Акцентується увага на взаємозв'язку біологічної адаптації з надійністю екосистем, оскільки така адаптація – це збереження виживання біоти за біотичних та абіотичних змін.

Необхідність практичної оцінки взаємозумовленості адаптаційної спроможності біоти з надійністю екосистем визначає стан екологічної безпеки.

Ключові слова: екосистема, забрудники, відновлення, адаптація, надійність.

Korniyenko V.I., Voitsitskiy V.M., Khyzhnyak S.V., Midyk S.V., Dudchenko N.Ya., Poltavchenko T.V. The role of the adaptability of biota in forming the reliability of ecosystems

The main characteristics of ecosystems as elementary units of the biosphere and different types of classification of ecosystems are presented. It is determined under what natural and anthropogenic factors the state of ecosystems can change. The negative impact on ecosystems of environmental pollution by non-specific physical, chemical and biological agents or exceeding the permissible level of harmful substances in the environment was noted. Atmospheric, water, soil and biotic pollution are distinguished. Possible pollutants are characterized, as well as the ability of ecosystems to recover after their impact. First of all, this is the restoration of the productivity of ecosystems, as well as the preservation of biodiversity.

It was noted that for all ecosystems, the inclusion of adaptation processes is extremely important for the preservation of vital activity by the biota. Adaptation determines the ability of ecosystems to their reliability – the ability to maintain stability, integrity, to ensure the normal life activity of both the organisms themselves and their progeny in changing environmental conditions. It is emphasized that reliability is one of the main characteristics of ecosystems. To ensure an adaptive response, the total amount of restored damages is important, which determines the reliability of the ecosystem, i.e. does not exceed the threshold of irreversible negative changes leading to the death of such system.

The main attention is paid to the problem of the role of biological adaptation (ensuring the ability of biota to survive in changing environmental conditions) in the formation of the reliability of ecosystems. Attention is focused on the relationship between biological adaptation and the reliability of ecosystems, since such adaptation is the preservation of the biota survival under biotic and abiotic changes.

The necessity for a practical assessment of the interdependence of the biota adaptive capacity with the reliability of ecosystems determines the state of ecological safety.

Key words: ecosystem, pollutants, recovery, adaptation, reliability.

Постановка проблеми. Екологічна система або екосистема (грецьк. *oiros* – житло, місце перебування та *systema* – ціле, складене з частин) – основна екологічна одиниця Землі, яка характеризується сукупністю організмів, що мешкають разом, та знаходяться у закономірному взаємозв'язку між собою і довкіллям [1]. Таким чином, утворюється система взаємозумовлених біотичних і абіотичних явищ та процесів. Екосистеми відрізняються за видовим складом і чисельністю організмів, що входять до неї, біомасою, співвідношенням окремих трофічних груп автотрофних і гетеротрофних організмів, інтенсивністю процесів продукування і деструкції органічних речовин тощо [2]. Крім того, середовищу, в якому мешкають живі організми, притаманна сукупність різноманітних просторово-часових подій. Серед них є постійні впливи (тяжіння, фонові радіація, тощо); епізодичні (землетруси, виверження вулканів, опади та ін.); а також ті, які повторюються періодично.

Таким чином, екосистеми – це відкриті, цілісні, самоорганізуючі та саморегулюючі природні системи, основною характеристикою яких є наявність відносно замкнутих, стабільних у просторі й часі потоків речовин та енергії між біотичною і небіотичною частинами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екосистеми бувають різних типів [3]: монодомінантні (з одним основним видом продуцента, який в них є домінантом, наприклад монокультура); олігодомінантні (з кількома видами продуцентів і консументів–фаготрофів та консументів–сапрофітів, наприклад, ліси помірних широт); полідомінантні (з багатьма видами продуцентів і консументів–фаготрофів та консументів–сапротрофітів, у яких не має чіткої переваги одних видів над іншими, наприклад, тропічний ліс).

За ступенем складності екосистеми розрізняють, наприклад біогеоценоз – співтовариство живих організмів (тварин, рослин, грибів і мікроорганізмів), які спільно проживають на обмеженій території і підтримують єдність з навколишнім

середовищем внаслідок біологічного кругообігу та обміну речовин. Біом – сукупність екосистем однієї природно-кліматичної зони. Це сформований комплекс живих організмів та середовище їхнього існування певної зони поверхні Землі [4].

Класифікуються екосистеми за місцем розташування на земній поверхні і кліматичною зоною, наприклад, степова – екосистема середнього континентального клімату з домінуванням ксерофільних вузьколистих злаків. А також, за своїм призначенням, зокрема, агроекосистеми – несталі системи агроценопопуляцій культивованих рослин на оброблених ґрунтах і контрольованих людиною; екосистеми виведених з господарського обігу природних територій, що охороняються, наприклад, заповідники, національні парки, заказники.

У залежності від сили й ефективності впливу негативних чинників на екосистему та їх надійності вони здатні відновлюватися або змінюватися так, що можуть зникнути і на їх місці з часом виникають нові екосистеми [5].

Надійність екосистем – це здатність (вірогідність) ефективно існувати та функціонувати у випадку зміни умов довкілля за природних чи антропогенних негативних впливів [6]. Вона визначається не тільки надійністю компонентів екосистем, але і залежить від ефективності функціонування систем відновлення та адапційною здатністю біоти – пристосування будови і функцій організмів до умов існування [4]. Адаптація – сукупність особливостей організму, які забезпечують можливість специфічного способу життя у певних умовах довкілля, що надає життєдіяльності організмів рис доцільності [3]. Саме завдяки адаптації біота виживає в екосистемах і самовідтворюється за дії негативних чинників у дозах, які нижчі незворотного порогу (нижче летального порогу) для екосистеми.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на суттєві досягнення у дослідженнях в області екології, все ще залишаються недостатньо вирішеними питання відновлення екосистем (їх біоти) після впливу на них негативних чинників. Розглянуто питання важливості адаптаційних процесів у цьому випадку.

Виклад основного матеріалу. За дії як природних, так і антропогенних чинників стан екосистем може змінюватися. Причому, негативно впливає на екосистеми, насамперед, забруднення, внаслідок принесення у довкілля нехарактерних для нього фізичних, хімічних і біологічних агентів, або перевищення природного рівня концентрації цих агентів у довкіллі [7]. Розрізняють атмосферне, водне, ґрунтове і біотичне (за харчовими ланцюгами) забруднення. За своєю природою основні забруднення поділяються на: 1) хімічні – забрудниками є шкідливі хімічні речовини; 2) фізичні (зміна теплового режиму довкілля, порушення природної освітленості довкілля, пов'язане з акустичними коливаннями різної частоти); електромагнітне – забруднення електромагнітними хвилями; радіоактивне – перевищення природного радіоактивного фону; механічне – забруднення механічно інертним сміттям; аерозольне забруднення повітря дрібнодисперсними рідкими і твердими речовинами (наприклад, смок чи просто дим); 3) біологічні – внесення чужих і шкідливих для довкілля живих організмів та продуктів їх життєдіяльності, зокрема, мікробів чи вірусів.

Надзвичайно негативно на екосистему діють такі природні явища як виверження вулканів, тектонічні рухи земної кори, що викликають деформування або розриви її шарів, пожежі, лавини, селеві потоки, повені, урагани тощо.

Згубний вплив для екосистеми призводять дії, що пов'язані з випробуваннями військової зброї, а особливо – військові дії. За вже існуючими екологічними наслідками повномасштабна російсько-українська війна спричинила екоцид [8].

Деструктивні зміни екосистем, що пов'язані з біотою відбуваються внаслідок зміни життєдіяльності біоти, в тому числі ієрархії та чисельності, а також відношення між представниками біоти як в середині угруповання, так і середовищем мешкання.

Ті екосистеми, які уражені не критично, тобто знаходяться у перехідному стані, здатні до відновлення, тобто до відтворення вихідних характеристик (параметрів) системи. Відтворення у загальному розумінні – це повернення до стабільної здатності виконувати свої функції після дії зовнішніх чи внутрішніх чинників [9].

У більшості випадків під відновленням екосистем (їх реставрацією) розуміють доцільну діяльність яка ініціює або прискорює повернення екосистем до «здорового» стану через його погіршення або навіть втрату внаслідок впливу негативних чинників. У першу чергу це відновлення продуктивності екосистем: для агро-екосистем – виробництво і підвищення безпеки харчових продуктів; для водних – постачання якісної прісної води, істивних гідробіонтів тощо. Крім цього, це збереження біорізноманіття, ефективна боротьба зі зміною клімату та багато іншого. Організація Об'єднаних Націй (ООН) проголосила 2021–2030 рр. «десятиліттям відновлення екосистем».

Екологія відновлення – це наука про процеси екологічної реставрації, що включають широкий спектр досліджень: боротьба з ерозією і рекультивування порушених земель, відновлення лісів, використання місцевих ресурсів тощо. Всі ці методи є «доцільними» і застосовуються у переважній більшості для відновлення екосистем, які вже мають явні ознаки майбутньої деградації або вже деградували. Наприклад, наслідок техногенної аварії. У той же час, все більше такі методи застосовуються і для природних екосистем.

Однак, для всіх екосистем (природних і штучних), які раптово не знищені (наприклад, в наслідок аварійних ситуацій), надзвичайно суттєвим є включення процесів адаптації для збереження біотою життєдіяльності. Для забезпечення адаптивної відповіді важливим є загальний об'єм відновлюваних ушкоджень, який визначає надійність екосистеми, тобто поріг незворотних негативних змін, які ведуть до загибелі такої системи.

Адаптація у загальному розумінні – це феномен пристосованості організмів до зміни умов існування, які викликані, зокрема, впливом зовнішніх чинників. Її першою стадією є стрес – неспецифічна відповідь (неспецифічний компонент відповіді) живої системи на екстремальні стимули різної природи, які погрожують збереженню відносної динамічної сталості її організмів за дії зовнішніх і внутрішніх чинників, тобто гомеостазу (грецьк. *homoios* – подібний та *statis* – стан) [10]. Адаптацією є також процеси відновлення біологічної системи (екосистеми) за змінених умов середовища мешкання біоти як дії, що направлені одним об'єктом, наприклад, людиною.

Суттєвим є оцінка екологічного адаптивного потенціалу (лат. *potentia* – сила) – міри пристосувальних можливостей біоти (кожного виду, популяцій тощо) у мінливих умовах довкілля. Це межа модифікаційної мінливості, що обумовлює стійкість екосистем до дії негативних чинників [4].

Можлива адаптація до дії несприятливих чинників лише тоді, коли організми проявляють до цих чинників стійкість – здатність протистояти без порушень життєдіяльності організмів. Синонімом поняття «стійкість» є поняття «резистентність» – процес збереження своїх структурно-функціональних параметрів в умовах взаємодії із зовнішніми негативними чинниками [5].

Внаслідок тривалої еволюції живих організмів на Землі виникло їх загальне пристосування до умов мешкання: температури, атмосфери, водного середовища, тяжіння, сонячного світла, радіоактивного фону та ін. Існує також пристосування до адаптивних біологічних ритмів (добових, сезонних, річних тощо) [11].

Не зважаючи на те, що різні організми пристосовуються до одних і тих самих умов існування по-різному, в їх адаптації можна виділити певні закономірності. За регуляції власних процесів і життєдіяльності до зміни умов існування організми адаптуються активно, а за підпорядкування процесів життєдіяльності цим змінним умовам – пасивно. Один із типів пристосування тварин до змін умов – це уникнення цих змін (зокрема, міграції та кочівлі, впадання у фази спокою тощо).

На початкових етапах пристосування до змін умов мешкання у живих організмів розвивається термінова адаптація, яка виникає дуже швидко у відповідь на раптову зміну чинників середовища мешкання організмів. Вона призводить до певних змін біохімічних, біофізичних, фізіологічних показників, що мобілізують всі сили на виживання. У той же час, довготривала адаптація розвивається поступово (на основі багаторазової реалізації термінової адаптації) як результат сумування наслідків навантажень. Ці зміни обумовлені перебудовою молекулярно-генетичного апарату (геному) в результаті комбінативної мінливості, а також мутацій що приводить до появи нових, корисних для пристосування ознак [10]. Існують також інші види адаптації. Це, зокрема, екзогенна (під впливом зовнішніх чинників) та ендегенна (за рахунок ендегенної ритміки) адаптація. Існує гіперадаптація (підвищена у порівнянні з ординарною), гіпоадаптація (знижена у порівнянні з ординарною). Зворотна адаптація – це здатність гіперадаптуючої дози зовнішнього чинника зменшувати ефект тестованої дози. Абортивна адаптація – відбиття спроби відновлення як мінімум до ординарної адаптованості, а також інші види [10].

Адаптація визначає спроможність екосистем до їхньої надійності – здатності підтримувати стабільність, цілісність, забезпечувати нормальну життєздатність як самих організмів, так і нащадків у мінливих умовах довкілля, у тому числі відновлювати ураження або навіть ліквідувати наслідки. Саме ця здатність екосистем складає сутність їх надійності.

Надійність в екосистемах, як правило, виражається через показник стійкості (англ. *persistence*) – тривале існування, незважаючи на екстремальні внутрішні чи зовнішні впливи [11]. Саме стійкість є формою прояву надійності екосистем у конкретних умовах довкілля.

Крім того, надійність екосистем за нормальних та екстремальних впливів різних чинників визначається наступними їх властивостями. Це надійністю компонентів, типом і характером організації структури екосистем (у тому числі, наявністю структурної функціональної надмірності – резервування), функціонуванням систем відновлення уражень [5]. Вона не тільки забезпечує нормально функціонування екосистем, але і сама формує умови середовища існування цих систем, які були сформовані на попередніх етапах еволюції.

Оскільки під надійністю екосистем у загальному визначенні розуміють їх здатність безумовно виконувати притаманні функції із заданою ефективністю у певному часовому діапазоні, стає зрозумілим її зв'язок з адаптацією, що передбачає відповідний рівень структурно-функціональних можливостей екосистем, який забезпечує їх існування протягом певного часу. Таким чином, у надійності екосистем, а також для її підвищення, важливу роль відіграють процеси адаптації біоти.

Головні висновки та перспективи використання результатів дослідження. З огляду на необхідність збереження екологічної безпеки екосистем за впливу на них різноманітних природних і антропогенних негативних чинників, надзвичайно важливим є оцінка їх надійності, розробка і впровадження за необхідності методів її посилення. В цьому плані суттєве значення має адаптаційний потенціал екосистеми, який є індивідуальним для кожної системи з урахуванням застосовуваних принципів. Визначення адаптаційної спроможності екосистем є основою для оцінки їхньої надійності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Christopherson R.W. *Geosystems: An Introduction to Physical Geography*. Pearson/Prentice Hall. 2009. 728 p.
2. Chapin F.S., Matson P. A., Vitousek P.M. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. *Springer*. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9504-9>
3. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія: Охорона природи: словник-довідник. Київ : Знання, 2002. 550 с.
4. Данчук В.В., Ушкалов В.О., Войціцький В.М. та ін. Агротоксикологія: словник-довідник найбільш вживаних агроекологічних термінів / за ред. В. О. Ушкалова. Київ : ФОП Ямчинський О.В., 2021. 494 с.
5. Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Задунай О.С. Визначення надійності екосистем до чинника антропогенного тиску. *Екологічна безпека та природокористування*. 2017. № 3–4 (24). С. 50–57.
6. Кутлахмедов Ю.О., Матвєєва І.В., Гроза В.А. Надійність біологічних систем. Київ : Фітосоціоцентр, 2018. 352 с.
7. Жирнов В.В., Савченко Д.А. Біоконверсія відходів. Частина 1: підручник. Київ : ДДП Експо-Друк, 2017. 302 с.
8. Равгані Д., Гупта Г., Харгі Н., Рао П.К., Хусейн К.М. Екологічні збитки внаслідок війни в Україні: перспектива. *Science of The Total Environment*. 2022. № 850. 157932 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>
9. Khyzhnyak S., Voitsitskiy V., Dovbysh O., Liaska Y., Korniyenko V. Recovery and reservation in the formation of ecosystem reliability. *EUREKA: Life Sciences*. 2023. № 3. P. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2023.002993>
10. Михєєв А.Н. Модифікація антогенетичної адаптації. Київ : Фітосоціоцентр, 2018. 396 с.
11. Матвєєва І.В. Проблеми надійності екологічних систем : монографія. Київ : Книжкове вид-во НАУ, 2014. 192 с.

УДК 628.113.3(4-67)(043.2)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.47>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАРУБІЖНИХ ПРАКТИК ЗАПОБІГАННЯ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДОЙМ: ДОСВІД ДЛЯ УКРАЇНИ

Мельниченко С.Г. – здобувачка ступеня доктора філософії
третього року навчання,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Богадєорова Л.М. – к.геогр.н.,

доцент кафедри науки про Землю та хімії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Охременко І.В. – к.геогр.н.,

доцент кафедри географії та екології,

Херсонський державний університет

У зв'язку з тим, що процес евтрофікації в межах водного фонду України набув значного поширення та з кожним роком має тенденцію до збільшення, дослідження зарубіжних практик боротьби та запобігання цього негативного явища є доволі актуальним. Досвід провідних країн світу у боротьбі з цвітінням води дозволить розробити науково обґрунтовані механізми боротьби з цим негативним явищем та впровадити їх в Україні.

Метою статті є вивчення зарубіжних практик запобігання евтрофікації водойм різного походження та особливостей їх впровадження в Україні.

Об'єктом дослідження є процес запобігання евтрофікації водойм різного походження та особливості його впровадження в Україні.

Предметом дослідження є зарубіжний досвід запобігання проявів цвітіння води та особливості його впровадження в Україні.

Методи. Методологічною основою проведеного дослідження стали праці вітчизняних науковців в галузі екології та рибогосподарської науки.

Під час проведення дослідження було використано наступні методи: статистичний, математичний, ілюстративний, метод порівняння.

Результати. Зібрано та проаналізовано статистичні показники поширення проявів евтрофікації в різних частинах світу, що дозволило зробити висновки про те, що означена екологічна проблема має глобальний характер і набула поширення на різних континентах.

Проведено аналіз успішних зарубіжних практик боротьби з евтрофікацією водойм різного походження. Виявлено, що при розробці комплексних заходів щодо боротьби з процесами евтрофікації, можна не лише вирішити означену екологічну проблему, але й забезпечити економічно вигідне функціонування водойм різного походження.

Досвід зарубіжних країн, показує що прояви евтрофікації у водному середовищі можна досить ефективно запобігати, і це може мати позитивні як екологічні, так і економічні наслідки. Для того, щоб контролювати цвітіння води в Україні, спираючись на міжнародний досвід, необхідна тісна співпраця держави, науковців та громадських і міжвідомчих організацій, що дозволить розробити та впровадити цілу низку заходів, які забезпечать екологічну стабільність водного середовища.

Перспективи. У цьому контексті, перспективним є подальше вивчення зарубіжних практик боротьби з евтрофікацією водойм, зокрема особливостей використання у боротьбі з цвітінням води біологічних методів.

Ключові слова: евтрофікація, водойми різного походження, біопродукційний потенціал.

Melnyshenko S.H., Bohadorova L.M., Okhremenko I.V. Study of foreign practices of preventing the water bodies eutrophication: experience for Ukraine

The study of foreign practices of combating and preventing eutrophication is quite relevant because this negative phenomenon has become widespread within the water fund of Ukraine and tends to increase every year. The experience of the world's leading countries in combating water blooms will allow us to develop scientifically based mechanisms to manage this negative phenomenon and implement them in Ukraine.

The purpose of the article is to study foreign practices of preventing the water bodies eutrophication of various origins and the specifics of their implementation in Ukraine.

The object of the study is the process of preventing the water bodies eutrophication of various origins and the peculiarities of its implementation in Ukraine.

The subject of the study is the foreign experience of preventing the water blooms occurrence and the peculiarities of its implementation in Ukraine.

Methods. The works of domestic scientists in the field of ecology and fisheries science became the methodological basis of the conducted research.

The following methods were used during the research: statistical, mathematical, illustrative, and comparison methods.

Results. The statistical indicators of the spread of eutrophication in different parts of the world were collected and analyzed, which made it possible to conclude that this environmental problem is global in nature and has spread to different continents.

The successful foreign practices of combating eutrophication of water bodies of various origins is analyzed. It is found that the development of comprehensive measures to combat eutrophication processes can not only solve this environmental problem, but also ensure the economically viable functioning of water bodies of various origins.

The experience of foreign countries shows that eutrophication in the aquatic environment can be prevented quite effectively, and this can have positive environmental and economic consequences. In order to control water blooms in Ukraine, based on international experience, close cooperation between the state, scientists, public and interagency organizations is needed to develop and implement a range of measures that will ensure the environmental sustainability of the aquatic environment.

Prospects. In this context, the further study of foreign practices of combating eutrophication of water bodies is promising, in particular, the peculiarities of using biological methods in the combat against water blooms.

Key words: eutrophication, water bodies of different origin, bioproductive potential.

Постановка проблеми. Протягом останніх декількох десятиріч років, водні об'єкти нашої планети потерпають від значної кількості екологічних проблем. До однієї з головних проблем, яка потребує негайного вирішення відносять евтрофікацію водойм різного походження. Варто зазначити, що евтрофікація є серйозною не лише екологічною проблемою, вона також має негативний вплив на продовольчу безпеку та економічну складову суспільного розвитку. В умовах значного антропогенного навантаження на водні екосистеми, головними завданнями, які потребують вирішення є попередження деградації водних об'єктів та раціональне природокористування в їх межах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням процесу евтрофікації водойм різного походження займалась ціла низка науковців. Так, у [1], досить змістовно розглянуто питання впливу якості води на здоров'я населення. Наголошено на негативному впливі води, яка підлягає явищу «цвітіння» на рекреацію та якість життя в прибережних зонах. Досліджено головні рекомендації ВООЗ щодо запобігання впливу шкідливого цвітіння водоростей [2].

Виявлено, що в більшості випадків явище евтрофікації спостерігається у водоймах з високим рівнем біологічної продуктивності. Означене явище набуває поширення за рахунок того, що цей потенціал не використовується, і як наслідок – погіршуються екологічні показники та якість води у цих водоймах [3–5].

Зазначимо, що на даний момент науково обґрунтована ціла низка заходів боротьби з проявами «цвітіння» води, які не лише покращують екологічні показники водойм, але й мають позитивний економічний вплив на національне рибне господарство. Проте, на сьогоднішній день, ці заходи не набули масового розповсюдження та потребують подальшого наукового вивчення та впровадження на різних державних та територіальних рівнях [5–7].

Разом з тим, на даний момент недостатньо вивченим є зарубіжний досвід боротьби з «цвітінням» водойм різного походження, що є доволі актуальним в контексті євроінтеграції та забезпеченні цілей сталого розвитку.

Постановка завдання. З огляду на те, що процес евтрофікації в межах водного фонду України набув значного поширення та з кожним роком має тенденцію до збільшення, дослідження зарубіжних практик боротьби та запобігання означеного негативного явища є доволі актуальним. Досвід провідних країн світу у боротьбі з цвітінням води дозволить розробити науково обґрунтовані механізми боротьби з цим негативним явищем та впровадити їх в Україні.

Мета статті – вивчення зарубіжних практик запобігання евтрофікації водойм різного походження та особливостей їх впровадження в Україні.

Об'єктом дослідження є процес запобігання евтрофікації водойм різного походження та особливості його впровадження в Україні.

Предметом дослідження є зарубіжний досвід запобігання проявів цвітіння води та особливості його впровадження в Україні.

Матеріали та методи. У процесі проведення дослідження за допомогою статистичного методу було зібрано узагальнені статистичні показники щодо проявів процесу евтрофікації на різних континентах та розглянуто їх співвідношення. Також було досліджено успішний досвід зарубіжних країн у запобігання цвітіння та покращення якості води та запропоновано впровадження його найкращих практик в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. В контексті інтеграції до Європейського Союзу, на період до 2030 року, одним з пріоритетних завдань для нашої країни є стале управління водними ресурсами. Разом з тим, одним з головних завдань сталого управління водними ресурсами є забезпечення їх екологічної складової та раціонального використання.

Головною екологічною проблемою, яка набула поширення в XXI столітті не лише в Україні, але й на всій планеті є евтрофікація водойм різного походження. Так, під евтрофікацією розуміють природне явище, яке супроводжується повною зміною забарвлення води, причиною якого є масове розмноження водоростей

у водоймі. Статистичні дані, показують що прояви евтрофікації набули поширення на різних континентах (рис. 1). Так, в Африці явище «цвітіння» води спостерігається на 28% водойм; в Південній Америці – 41%; Північній Америці – 48%; Європі – 53%; найвищий показник в Азії – 54% [8].

У більшості країн світу, на явище «цвітіння» води значний вплив мають антропогенні чинники, до яких слід віднести наступні: скидання забруднених стічних вод; широке використання у сільському господарстві мінеральних добрив, які спричиняють забруднення вод фосфором; недотримання «правильного» режиму господарської діяльності у прибережних смугах; нераціональне використання рибогосподарського потенціалу водойм та ін. У контексті глобальних кліматичних змін та під дією антропогенних факторів, прояви

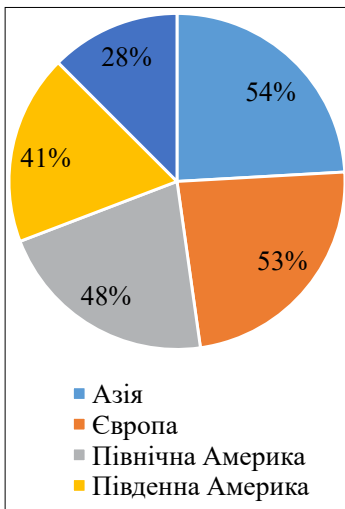


Рис. 1. Прояви евтрофікації на водоймах материків

Джерело: розроблено авторами за [8–9]

евтрофікації поступово набирають масового характеру, що викликає занепокоєння у більшості країн світу. На даний момент, уже існує досвід успішної боротьби з проявами «цвітіння» водойм у більшості країн світу, що може стати доволі яскравим прикладом для запобігання даного прояву в Україні.

Так, згідно зі статистичними даними, четверта частина озер Європи зазнає проявів евтрофікації. Це має значні негативні наслідки, такі як: гибель риби, втрата великої кількості рекреаційних зон, негативний вплив на здоров'я населення. Уряди країн Європи розробили цілу низку, на наш погляд ефективних заходів задля боротьби з явищем цвітіння водойм. Так, на даний момент, в таких країнах як Німеччина, Бельгія, Данія та Італія за для запобігання процесу евтрофікації проводиться повне переоснащення та модернізація каналізаційних станцій задля того, щоб зі стічних вод повністю видалявся фосфор, який є причиною цвітіння води. Також, в таких країнах як Італія, Австрія та Нідерланди на державному рівні було встановлено заборону на використання миючих засобів, які мають у своєму складі фосфати [9].

Ще одним, доволі ефективним рішенням у боротьбі з цвітінням води в Європі є використання новітньої ультразвукової технології LG Sonic. На даний момент, цю технологію використовують уже в 55 країнах світу. Її вважають екологічно чистою та високоефективною технологією, яка нейтралізує водорості і не дає їм розвиватись до стадії «цвітіння». Водночас LG Sonic є безпечним для риб та людей.

Також, високу ефективність в країнах Європи показав біологічний метод запобігання евтрофікації води, який поширений здебільшого в штучних водоймах. Суть цього методу полягає в тому, що у водойми вселяють рослиноїдні риби, які в свою чергу харчуються синьо-зеленими водоростями, і як наслідок – процес цвітіння води зменшується. Цей метод не лише покращує екологічні показники водойми, але й дозволяє економічно вигідно вирощувати рибу, без затрат на корми.

Дуже активними є прояви евтрофікації по території всієї Північної Америки, що пов'язано з надмірною кількістю викидів фосфору. Між США та Канадою у 1972 році було підписано двосторонню угоду, за якою обидві країни зобов'язуються контролювати надходження фосфатів у воду з усіх існуючих джерел забруднення в межах своїх країн. Окрім того, у країнах було розроблено спеціальні роз'яснювальні освітні заходи, які були спрямовані на те, щоб фермери почали вносити добрива «стійким» способом, що теж мало позитивний екологічний вплив на водне середовище, оскільки в Північній Америці одним з головних забруднювачів води було саме сільське господарство. Окрім того, задля контролю за «цвітінням» води в США, Агенцією з захисту довкілля було розроблено цифрову інтерактивну карту з усіма водоймами на яких наявний процес евтрофікації в реальному часі [9].

На Австралійському континенті явищу евтрофікації підлягають здебільшого прісноводні водойми, що пов'язано з високою активністю синьо-зелених мікродворостей. У зв'язку з тим, що цвітінню води піддаються всі головні водні артерії континенту, урядом Австралії було розроблено у 1991 році стратегічний план управління водними ресурсами, який має у своєму складі тридцять рекомендацій, метою яких є – покращення екологічного стану водного середовища та запобігання явищу «цвітіння» води. Головними способами зменшення проявів даного негативного явища в Австралії є: очищення стічних вод задля зменшення концентрації в них фосфору та азоту; зменшення використання у сільському господарстві гною та добрив; зниження рівня цвітіння водойм за рахунок

методу біоманіпуляції, який базується на зменшенні швидкості осадження фосфору у водних об'єктах. Окрім цього, в Австралії уже багато років йде розробка експериментального методу боротьби з цвітінням води, основою якого є вилучення з водойм риб, які харчуються виключно зоопланктоном за допомогою вселення риб-хижаків, які споживають планктонну рибу. Така маніпуляція в свою чергу, збільшує рівень розвитку зоопланктону, який харчується синьо-зеленими мікроводоростями.

Явище «цвітіння» води набуло розповсюдження і в країнах Східної Азії, зокрема в Південній Кореї та Японії. Однією з головних проблем Південної Кореї є так звані «червоні припливи», що пов'язані з діяльністю динофітової водорості *Cochlodinium polykrikoides*. Найбільш поширеним методом контролю та подолання явища «червоних припливів» в Кореї є метод диспергування глини хвангто. Слід зазначити, що цей метод не завжди є ефективним, оскільки після флокуляції клітин водоростей з глиною, вони іноді виживають і виникає повторне цвітіння. Саме тому, для подолання явища «червоних припливів» у Південній Кореї треба велика кількість глини, проте, цей метод є економічно вигідним для країни, оскільки вона має дуже великі запаси рибних ресурсів. Явище червоних припливів характерне і для Японії, яка теж активно бореться з ним за допомогою методу диспергування глини хвангто.

Як і в зазначених країнах, явище цвітіння води в Україні є досить таки серйозною екологічною проблемою. Процес цвітіння води в Україні має прояви як на природних, так і на штучних водоймах. На масовий розвиток процесу евтрофікації вод України впливає ціла низка чинників, зокрема такі: надмірний рівень скиду забруднюючих речовин у водні екосистеми; з кожним роком все більш сприятливими для розвитку синьо-зелених мікроводоростей стають метеокліматичні умови; утворення великої кількості мілководь, внаслідок створення каскаду дніпровських водосховищ, які добре прогріваються і масово «цвітуть»; використання великої кількості добрив у сільському господарстві, які потрапляють до водного середовища.

Досвід зарубіжних країн у боротьбі з евтрофікацією водойм показує, що означена екологічна проблема вимагає комплексного підходу та співпраці між науковцями, державним сектором та громадськими організаціями. На основі дослідженого міжнародного досвіду боротьби з евтрофікацією, для України можна запропонувати наступні заходи [8–9]:

- розробка нормативно-правового регулювання викидів забруднюючих речовин в водне середовище та контроль з боку держави;
- постійний моніторинг вод, тобто систематичне відстеження рівня евтрофікації в водоймах, якості води, визначення джерел надходження небезпечних речовин у водне середовище;
- регулювання стічних вод, де мається на увазі, модернізація технологій для очищення стічних вод, тобто створення сучасних анаеробних установок;
- використання у сільському господарстві, відповідно до досвіду зарубіжних країн новітніх технологій, які базуватимуться на землеробських практиках, які обмежуватимуть виведення поживних речовин та мінеральних добрив з ґрунту;
- відновлення лісового покриву уздовж берегових смуг водойм, що дозволить забезпечити вимивання поживних речовин з ґрунту;
- розробка та застосування відповідно до зарубіжного досвіду інтегрованих технологій та методів боротьби з процесом цвітіння води, які б не лише покращували екологічний стан водойм, але й були б економічно вигідними.

Висновки і пропозиції. Таким чином, ми бачимо, що на сьогоднішній день явище евтрофікації є однією з головних проблем, яка завдає шкоди водним ресурсами. З огляду на це, більшість країн світу уже розробили цілу низку ефективних заходів на різних територіальних рівнях, які дозволяють подолати, а іноді стримати процес «цвітіння» вод.

Досвід зарубіжних країн, показує що прояви евтрофікації у водному середовищі можна досить ефективно стримувати, і це може мати позитивні як екологічні, так і економічні наслідки. Для того, щоб контролювати цвітіння води в Україні, спираючись на міжнародний досвід, необхідна тісна співпраця держави, науковців та громадських і міжвідомчих організацій, що дозволить розробити та впровадити цілу низку заходів, які забезпечать екологічну стабільність водного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Хільчевський В. К. Оцінювання якості рекреаційного водного середовища: світові підходи, рекомендації ВООЗ, директива ЄС щодо води для купання. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 4. С. 6–17.
2. Бондаренко Ю. Г., Папач В. В., Тищук М. М. Епідеміологічна оцінка стану якості води Кременчуцького водосховища за 2021 рік. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2022. № 2. С. 20–24.
3. Вишневецький В. І. Просторово-часова мінливість цвітіння» води у дніпровських водосховищах. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2019. № 20. С. 18–27.
4. Бургаз М. І., Матвієнко Т. І. Оцінка біопродуктивності та перспективи рибогосподарського використання малих водойм Одеської області. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2016. № 95. С. 155–161.
5. Таврель М. І. Обґрунтування шляхів подолання евтрофікації водойм. Проблеми екології. 2021. № 1 (23). С. 73–79.
6. Шевченко В.Ю., Кутіщев П.С. Обґрунтування рибогосподарського використання малих водосховищ Миколаївської області. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 115. С. 285–290.
7. Пилипенко Ю.В. Біологічна меліорація як елемент керування якістю води малих водосховищ. *Таврійський науковий вісник*. 2008. № 58. С. 319–324.
8. Афанасьєв С. О. Біоіндикація екологічного стану річкових систем України в аспекті імплементації директив ЄС у галузі довкілля (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 13 лютого 2019 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2019. № 4. С. 23–31.
9. Екологічна біотехнологія переробки синьо-зелених водоростей : монографія / М. В. Загірняк та ін. Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2017. 104 с.

УДК 721.01:692.42/47:58.01/07

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.48>

ПРОМИСЛОВЕ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД БОЛОТНИМИ РОСЛИНАМИ НА ДАХУ

Рибак О.С. – аспірант, асистент кафедри екології
та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Циганенко-Дзюбенко І.Ю. – аспірант, асистент кафедри екології
та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Пацева І.Г. – д.т.н., професор,

завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Щодня в Україні через війну законсервовуються гектари земель. Половина цих територій зникне з природного кругообігу в довгостроковій перспективі. На додаток ще й землекористування викликало зростання міст. Війна, зміна клімату, зникнення видів і розвиток популяції змушують нас переосмислювати та діяти. Все більше і більше людей повертаються до міст також великий потік переселенців, і перед державою постає вимога до більшої та доступної житлової площі, але звідки її взяти? Забудувати інші природні території? Переуціління? Але де життєво важливі зелені насадження? Вплив міської спеки спричиненої сонцем, темними будівлями та вулицями, герметичними поверхнями та швидкою дощовою водою. Без рослин немає транспірації та пов'язаного з нею випарного охолодження. Будувати ще більше і ще цільніше означає шукати рішення, які створюють достатньо зелених просторів для людей і тварин. Через обмежений простір у місті для цього ідеально підходять зелені дахи з високою швидкістю випаровування та цілою низкою переваг, як екологічного так і економічного характерів. Нажаль, в Україні зелені дахи можна перелічити на пальцях двох рук. А болотні рослини на даху, це взагалі щось з області фантастики. Тому в цій статті розкрито проблематика очистки стічних вод за допомогою болотних рослин, на прикладі одного німецького підприємства. Де чітко демонструється можливість екологічної очистки стічних вод. Отже, основи є – ми лише повинні використовувати їх, застосувати їх і отримувати багато переваг. Це чітко демонструє широкі можливості, які можуть запропонувати дахи з болотними рослинами. Використання болотних рослин на дахах спочатку базувалося насамперед на практичних міркуваннях, таких як брак місця на рівні землі, у поєднанні з метою природного та економічно ефективного очищення води або охолодження частин будівлі. У сільськогосподарському секторі досліджено охолодження корівників покрівлями болотних рослин. Як виявилось, дуже перспективний підхід. Прислним «побічним ефектом» стала оптична модернізація зон даху та підвищення привабливості цих зон для всіляких тварин. Останнім часом використання болотних рослин на зелених дахах все більше йде рука об руку з ідеєю водного самодостатнього життя. Основою для цього є очищення сірої та дощової води через дах болотних рослин, щоб цю воду можна було повторно використовувати після подальшої обробки. Така «система циркуляції води» також все частіше використовується в ідеї «кріхитного будинку», тобто в невеликих, переважно транспортельних і в значній мірі самодостатніх будинках. І останнє, але не менш важливе: підхід водного самозабезпечення з використанням болотних рослин для зелених дахів також використовується при проєктуванні будинків. Особливо, коли простір на рівні землі обмежений, використання площі даху для озеленення та одночасного очищення води стає все більш привабливим. Ідея, здається, набуває поширення, що поверхня даху може бути не лише покриттям.

Ключові слова: зелений дах, аквакультура, стічні води, фосфат, очисний резервуар.

Rybak O.S., Tsyhanenko-Dziubenko I.Yu., Patseva I.H. Industrial wastewater treatment with swamp plants on the roof

Every day in Ukraine, because of the war, hectares of land are preserved. Half of these areas will disappear from the natural cycle in the long term. In addition, land use also caused the growth of cities. War, climate change, species extinction and population growth are forcing us to rethink and act. More and more people are returning to the cities, as well as a large flow of immigrants, and the state is faced with a demand for more and affordable living space, but where to get it? Build other natural areas? Overcompression? But where are the vital green areas? The effects of urban heat caused by the sun, dark buildings and streets, sealed surfaces and rushing rainwater. Without plants, there is no transpiration and associated evaporative cooling. Building even bigger and denser means looking for solutions that create enough green spaces for people and animals. Due to the limited space in the city, green roofs with a high rate of evaporation and a number of advantages, both ecological and economic, are ideal for this. Unfortunately, in Ukraine, green roofs can be counted on the fingers of two hands. And swamp plants on the roof, it's generally something from the realm of fantasy. Therefore, in this article, the problems of wastewater treatment with the help of swamp plants are revealed, using the example of one German enterprise. Where the possibility of ecological wastewater treatment is clearly demonstrated. So, the basics are there – we just have to use them, apply them and get many benefits. This clearly demonstrates the wide range of possibilities that bog roofs can offer. The use of marsh plants on roofs was initially based primarily on practical considerations, such as lack of space at ground level, combined with the aim of naturally and cost-effectively purifying water or cooling parts of a building. In the agricultural sector, the cooling of cowsheds with the roofs of swamp plants has been studied. As it turned out, a very promising approach. A pleasant “side effect” was the optical modernization of the roof areas and increased attractiveness of these areas for all kinds of animals. Recently, the use of marsh plants on green roofs has increasingly gone hand in hand with the idea of aquatic self-sufficiency. The basis for this is the treatment of gray and rainwater through the roof of marsh plants so that this water can be reused after further treatment. Such a “water circulation system” is also increasingly used in the idea of a “tiny house”, that is, in small, mostly transportable and largely self-sufficient houses. And last but not least, the approach of water self-sufficiency using marsh plants for green roofs is also used in the design of houses. Especially when ground-level space is limited, using roof space for landscaping and water purification at the same time is becoming increasingly attractive. The idea seems to be gaining ground that a roof surface can be more than just a covering.

Key words: green roof, aquaculture, wastewater, phosphate, treatment tank.

Постановка проблеми. Виробник сільськогосподарської техніки John Deere виготовляє трактори та тягачі на своєму заводі в Мангеймі (Німеччина) експлуатує очисні споруди з болотними рослинами на даху площею майже 200 м². Завод функціонує з 2001 року, побудований студентами та співробітниками. На сьогоднішній день на даху даного заводу встановлена система посадки болотних аквакультур без ґрунту. До таких рослин відноситься осока болотна (*Carex acutifonnis*), іриси болотні (*Iris pseudacorus*), осоки волотисті (*C. paniculata*), синьозелений очерет (*Juncus inflexus*), осока берегова (*C. riparia*), осоки дзьобасті (*C. rostrata*), жорстка осока (*C. elata*), очерет звичайний (*Phragmites australis*), які через свої кореневі системи очищують стічні води. Мікроорганізми поселяються на поверхні коренів і представляють собою постійно регенеруючий фільтр [1, с. 12]. Також очерет звичайний (*P. australis*) є хорошим провідником додаткового кисню [2, с. 14].

Завод знаходиться в безперервній роботі з понеділка по п'ятницю, 50 тижнів на рік і має потужність очищення 10 м³ на день. Розташований даний промисловий завод в центрі міста, тому там дуже мало корисного простору на підлозі. Відповідно каналізаційна система була спроектована (рис. 1) як самонесуча конструкція в дерев'яному каркасі на даху 100-річної будівлі.

Нинішнє насадження болотної покрівлі в John Deere Werk Mannheim (JDWM) складається з резервуару попереднього очищення, резервуар для зберігання, резервуар основного очищення, зона зрошення та інші тестові резервуари (рис. 2). Всі басейни, крім зони протікання, покривають водонепроникним слайдом по дні

ставку. Є невеликий резервуар попереднього очищення. Болото глибиною близько 30 см, в якому знаходиться насос. Особливістю є основний очисний бак, який складається з семи однакових розділених басейнів. Розмежування між раковинами виконано з пінопласту і накривається фольгою. Окремі зони підключені до головної труби через проходи, щоб досягти максимально тривалого часу відстоювання. Басейни мають висоту води не більше 10 сантиметрів. Глибина рослин приблизно 5 см у воді. Завдяки своїм властивостям вони можуть правильно організувати технологічний процес по очищенню стічних вод (рис. 2).



Рис. 1. Станція очищення стічних вод на даху компанії John Deere у Мангеймі



Рис. 2. Технологічна схема зеленого даху для очищення стічних вод

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Доцільно навести перелік дослідників-урбоекологів, які зробили значний внесок у дослідження зелених дахів, включають:

– *Dr. Marco Ottosson* – досліджував екологічні аспекти зелених дахів, включаючи їхній вплив на управління дощовою водою.

– *Dr. Brad Bass* – з Канадського Центру Зелених Дахів у Торонто, досліджував температурне регулювання, управління дощовою водою та інші екологічні переваги зелених дахів. Один з піонерів у сфері дослідження зелених дахів в Канаді. Він працював над моделюванням впливу зелених дахів на міське середовище.

– *Dr. Manfred Köhler* – професор і видатний дослідник у сфері зелених дахів у Європі, зокрема в Німеччині.

– *Dr. Virginia Stovin* – дослідниця з Університету Шеффілд, яка досліджувала гідрологічний вплив зелених дахів та їхню здатність до затримки дощової води.

– *Dr. Christine Thuring* – досліджувала екологію зелених дахів і їх вплив на міське середовище.

– *Dr. Wong Nyuk Hien* – професор із Національного університету Сінгапуру, який вивчав вплив зелених дахів на тропічне середовище і їх потенції у зменшенні забруднення води.

Виклад основного матеріалу дослідження. Використання зелених дахів для очищення стічних вод вимагає специфічного підходу при їхньому проектуванні та встановленні. При використанні зелених дахів для очищення стічних вод особливу увагу слід приділяти вибору рослин, якості води та інтенсивності догляду, щоб система була ефективною та стійкою до різних умов. Ось декілька технологічних вимог, які слід враховувати:

1. Водонепроникна мембрана – це ключовий елемент будь-якого зеленого даху. Мембрана повинна бути стійкою до коріння, щоб коріння рослин не проникло через неї.

2. Для виведення надлишкової води потрібна ефективна система дренажу. Вона також допоможе забезпечити аерацію ґрунту та запобігти гниттю коренів.

3. Фільтруючий шар затримує частки ґрунту, не дозволяючи їм потрапити до дренажної системи, і допомагає у видаленні забруднювачів з води.

4. Субстрат для рослин має бути легким, добре дренованим та містити необхідні для рослин поживні речовини. Зазвичай використовують суміш органічних та мінеральних компонентів.

5. Для очищення стічних вод варто вибирати рослини, які добре адаптовані до водних умов і володіють високим потенціалом видалення забруднювачів. Болотні рослини можуть бути ідеальним варіантом.

6. Періодично потрібно перевіряти стан мембрани, дренажної системи та рослин, а також очищувати фільтрувальний шар від залишків ґрунту та інших частинок.

7. Для оцінки ефективності системи слід регулярно перевіряти якість очищеної води. Це допоможе виявити потенційні проблеми на ранніх стадіях.

8. Структура даху має бути розрахована на додаткове навантаження від ґрунту, води, рослин та обладнання.

9. Для обслуговування та догляду за зеленим дахом потрібно забезпечити безпечний доступ.

На рисунку 3 показано шлях стічної води до скидання в каналізацію. Стічні води, наприклад 10 м³ на добу з температурою десь 30 °С, йде від попередньої обробки фарби коробки передач і містить такі домішки, як масла, поверхнево-активні

речовини, жири та залишки фосфатуєчого агента фосфату натрію та фосфату заліза) [2, с. 24–26]. Вода транспортується з виробничої будівлі по трубопроводу з нержавіючої сталі подається безпосередньо у припливний резервуар і збирається ①. У цьому басейні стічні води вимірюються трьома вимірювальними зондами найважливіший параметр значення рН, вміст кисню, електропровідність і виміряна температура води.

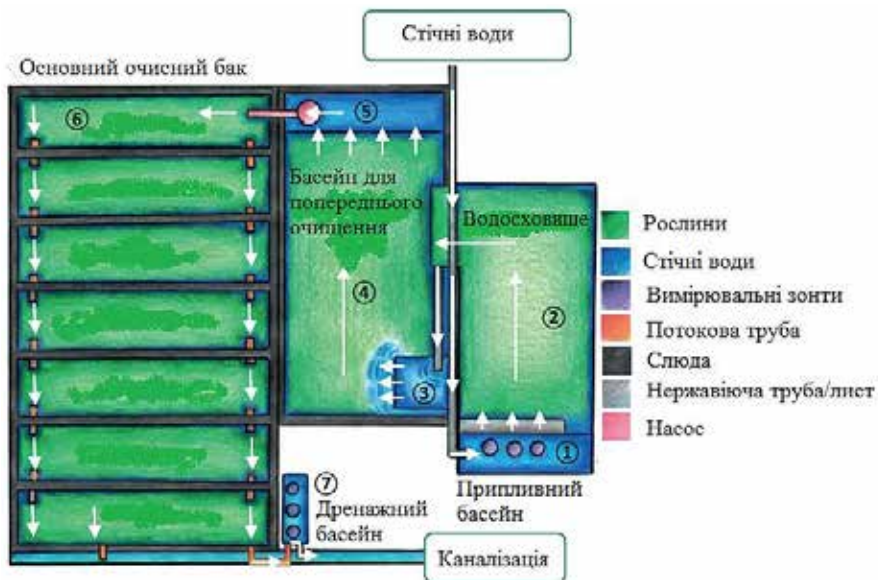


Рис. 3. Напрямок потоку води на болотній очисній станції

Потім стічні води з припливного басейну спрямовуються в горизонтальному напрямку через накопичувальний басейн ②, де відбувається перший етап очищення та перший контакт з рослинами. Через трубу на глибині 40 см генерується водоспад ③, що провокує подальше збагачення системи киснем стічних вод в резервуар попередньої обробки ④. У кінці резервуару попереднього очищення ⑤ використовують занурювальний насос, щоб уникнути високого рівня води (небезпека затоплення), там стічна вода потрапляє в головний очисний бак ⑥ перекачується, де відбуваються основні процеси деградації. Стічні води повільно течуть від першого до сьомого басейну головного очисного басейну. Далі стічні води потрапляють у водозбірник через дренаж ⑦ безперервно направляються через стаціонарні вимірювальні зонди назад. Після очищення якість води перевіряється датчиками і передається на комп'ютер, якщо вона відповідає нормам, то автоматично скидається до каналізації.

Для визначення часу утримання стічної води був використаний флуоресцеїн як індикаторна речовина, який зарекомендував себе під час досліджень стічних вод. Час перебування стічної води вимірювали після додавання розчину урану у вхідний басейн до повного забарвлення сьомого основного очисного басейну. Під час вимірювань у 2008 році середній час перебування становив 454,21 хвилини або 7,57 годин. Середній гідродинамічний час перебування становить 442,4 хвилини або 7,37 години [4, с. 66–68].

Після процесу фосфатування в фарбі для основного очищення та фосфатування шестерень система повинна знову зменшити кількість фосфату, щоб відповідати параметрам викиду, визначених містом Мангейм, Федеративна Республіка Німеччина [5].

Щоб перевірити відповідність цим параметрам, щомісяця відбирають проби стічних вод із басейнів притоку та відтоку, кожна з об'ємом проби 1 літр, перевіряють та аналізують у зовнішній лабораторії для оцінки ефективності очищення та відповідності вимогам граничні значення для параметрів значення рН, електропровідність, речовини, що осідають, наприклад, аміачний азот, нітрати, загальний азот і загальний фосфат. Отримане потім перевіряються. Якщо необхідно, захід по очистці починають знову, якщо окремі значення більше не знаходяться в межах граничного діапазону.

За даними лабораторних досліджень система очищення працює добре. Виміряні параметри значно нижчі за вказані граничні значення. У минулому дотримання фосфатного значення було проблематичним. Значення постійно дотримуються в точці передачі в міську каналізаційну систему, однак, перевищувало параметри загального вмісту фосфатів (рис. 4). Зрізаючи рослини та регулярно видаляючи сильно забруднене, жирне коріння рослин у водосховищі значно знизився вміст фосфатів. Однак через кілька місяців вміст фосфату зазвичай знову зростає. Причини цього можуть полягати в тому, що забруднена стічна вода знижує продуктивність фільтра в резервуарі з насичених жиром коріння рослин, які розташовані близько один до одного.

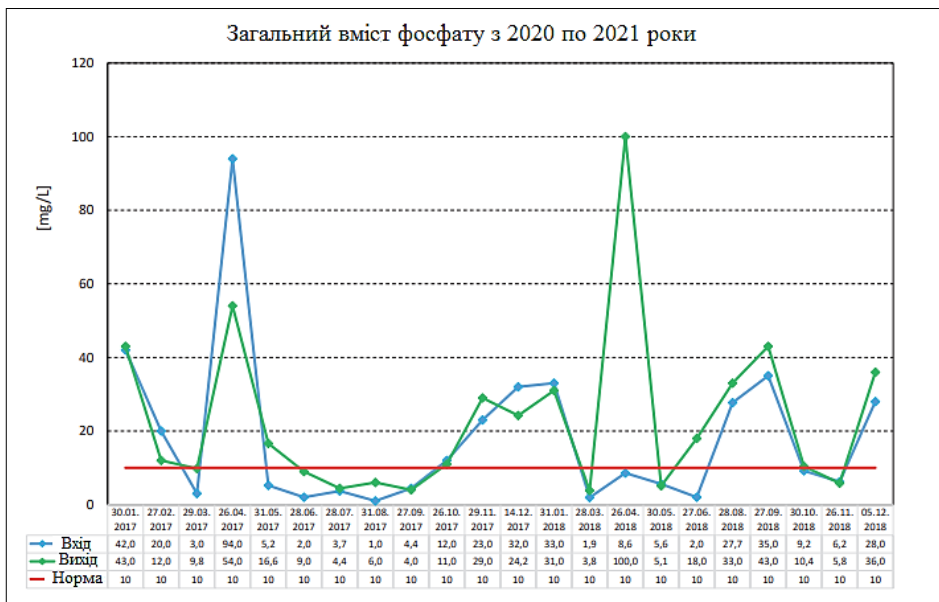


Рис. 4. Відображення вмісту фосфатів у мг/л з 2020 по 2021 роки

Чим щільніше рослини розташовані в системі, тим менше поживних речовин, таких як фосфат, зв'язується ростом рослин і коренів. Зрізаючи водні рослини та очищаючи резервуари, ці поживні речовини можна видалити з системи. Тому рослини принаймні двічі на рік скорочують та механічно очищають резервуари,

якщо це необхідно. Крім того, в районі системи фарбування встановлено стрічковий фільтр для видалення грубих частинок домішки та забруднювачі повинні бути видалені перед їх скиданням у каналізацію.

Болотні рослини часто використовуються в системах природного очищення стічних вод завдяки їхній здатності абсорбувати забруднювачі та сприяти росту мікроорганізмів, які беруть участь у процесах біодеструкції різних речовин.

Для створення системи очищення на даху можна використовувати такі види болотних рослин:

- Рогіз широколистий (*Typhalatifolia*) – добре відома болотна рослина, яка може абсорбувати сполуки важких металів та інші хімічні забруднювачі.

- Осоки (*Carex*) – її види дуже поширені в болотистих умовах і можуть бути використані для створення «зелених фільтрів».

- Іван-чай вузьколистий (*Epilobium angustifolium*) – має високі очищувальні властивості і може бути використаний на дахах.

- Рогіз звичайний (*Schoenoplectus*) – є частою рослиною в болотах та має хороші очищувальні властивості.

- Глечики жовті (*Nuphar lutea*) – ця плаваюча рослина може використовуватися в акватичних системах на дахах.

- Водяний горіх (*Trapa natans*) – інша плаваюча рослина, яка поглинає забруднювачі з води.

- Ряскові (*Lemna*) – мала плаваюча рослина, яка дуже швидко росте та ефективно поглинає забруднювачі.

- Болотниця звичайна (*Phragmites australis*) – ця велика тростина часто використовується в системах природного очищення води.

У 2002 році була зроблена спроба визначити активність мікроорганізмів на коренях рослин. Завод був офіційно схвалений у 2003 році по очищенню промислових стічних вод, і були проведені випробування щодо максимального поглинання важких металів і реакції на важкі метали. У 2004 році сезонна залежність скорочення компонентів була вперше досліджена з використанням водно-болотного угіддя без осаду, побудованого на даху, у співвідношенні з денними та нічними характеристиками.

У 2005 році встановлено фільтр з висушеними залізними ошурками. Через цей фільтр концентрація фосфату доочищалася і таким чином була зменшена. Однак пізніше фільтр було знову видалено через великі ручні зусилля. У тому ж році також було проведено випробування системи, щоб перевірити, чи можна очистити воду, що змивається з душу та туалету, а також воду для підживлення з фарбувальної камери. Ці випробування, а також видалення важких металів дали позитивні результати, але не були схвалені, оскільки не було особливої потреби в очищенні таких стічних вод на місці.

Як уже згадувалося, значення фосфату після очищення часто перевищували допустиму межу 10 мг/л. Таким чином, зниження вмісту фосфатів у стічних водах, що надходять, є важливим фактором для забезпечення правильного функціонування побудованого водно-болотного угіддя. Заклад залучав студентів до різноманітних проектів для розробки відповідних методів вирішення цієї проблематики, забезпечуючи цінний аудиторний досвід навчання та можливості для співпраці з університетом. Ця підтримка студентів дозволила знайти рішення проблеми деградації фосфатів і вдосконалення процесу.

В інших проектах було досліджено удобрення рослин. Пропорція Редфілда 1 моль Р:16 моль N порушується високою кількістю фосфору та низькою кількістю азоту. Тому можна додати спеціальні азотні добрива. Однак у результаті

відбувається надмірний ріст водоростей. Перспективна ідея для використання водоростевого газонного фільтру, запатентований процес із США. Пластикову сітку засаджують водоростями і ставлять трохи нижче поверхні води. Крім того, осідають інші водорості та штами бактерій. Таким чином можна досягти максимального розпаду 72 мг/л фосфату. Цей процес є громіздким через очищення сітки та збирання водоростей. Загалом, хороший потенціал для видалення фосфатів [6, с. 40–42]. Однак процес не отримав подальшого розвитку, щоб він був готовий до серійного виробництва в повсякденній експлуатації.

Через зовнішню температуру взимку ефективність очищення в зимовий період значно знижується. При температурах нижче нуля градусів за Цельсієм стічні води в окремих басейнах можуть замерзати на поверхні та частково на дні рослин. Час реакції біологічних систем, як і людей, уповільнюється. Оскільки система в основному використовується для очищення стічних вод промислового підприємства, необхідно переконатися, що система надійно зменшує кількість поживних речовин, що містяться в ній, до допустимих параметрів скидання навіть під час експлуатації взимку. При проектуванні системи зниження ефективності очищення взимку має бути взято за основу вимірювання продуктивності. Виявляється таким чином надлишок електроенергії влітку. Восени також необхідно підготувати систему до зимової експлуатації. Оскільки стічна вода з виробничої будівлі подається в систему з температурою подачі близько 30 °С, безпроблемна робота взимку зазвичай можлива при зовнішніх температурах до 0 °С.

Висока температура потоку в поєднанні з коротким часом витримки гарантує, що в басейні немає льоду. При температурах нижче 0 °С слід використовувати мережевий обігрів для труб, а також нагрівальні кабелі, щоб насоси та переливні труби були вільними від льоду. Однак замерзання водної поверхні не є проблемою, якщо під поверхнею постійно тече вода. Неможливо експлуатувати систему при зовнішній температурі нижче –15 °С. Однак такі температури бувають лише на території заводу максимум 2–3 днів на рік.

Підготовка до зимової експлуатації включає, наприклад, обрізання рослин на висоту близько 20 см. згодом видаляється листя рослин, мертві рослини, біомаса та сміття з резервуарів, щоб запобігти засміченню труб основного очисного резервуару. Крім того, необхідно перевірити та відремонтувати насоси, поплавкові вимикачі, датчики та систему стічних вод, якщо це необхідно. Також, перевірити на справність нагрівальних кабелів в резервуарі попереднього очищення та замінити основний очисний бак. Ці кабелі генерують тепло за зовнішньої температури нижче 5 °С. Це означає, що лід не утворюється в зоні нагрівальних кабелів і витратомірних трубок, а вимірювальні зонди залишаються вільними від льоду.

Інші несправності, які можуть виникнути в системі, це, наприклад, переповнення первинного відстійника. Причинами цього є або несправність поплавкових вимикачів чи насосів, або замерзла стічна вода в первинному відстійнику. Таким чином, стічні води не перекачуються з первинного відстійника в головний відстійник. Вирішенням цього є використання аварійної труби, яка направляє стічні води з резервуару-накопичувача безпосередньо до шостого резервуару основного очисного резервуару (рис. 5).

Із метою продовження терміну служби очисних споруд і підтримки постійної продуктивності очищення на очисних спорудах проводяться наступні заходи:

Щодня Візуально перевіряється стан системи, чи всі вимірювальні зонди функціональні, щоб труби потоку між басейнами не засмічувалися, а всі басейни та рослини в порядку.



Рис. 5. Фото Джона Діре.

Зліва: налагодження аварійного трубопроводу від водосховища до шостого басейну головного очисного басейну (знято 23.01.2019 р.); справа вгорі: лід утворився в аварійній трубі при температурі -1°C (знято 24.01.2019 р.); праворуч внизу: замерзла стічна вода у вхідному басейні при температурі нижче -1°C (знято 24.01.2019 р.)

Щотижневе видалення фосфатного шламу в припливному басейні мулу та відкладень у вихідному басейні, які збираються на ситі, що стримує їх. Потім вимірювальні зонди очищаються щіткою, щоб ці вимірювальні зонди не були покриті брудом.

Щомісяця калібруються зонди рН і O_2 на басейнах притоку та відтоку.

Щорічно восени обрізаються листя культур і видалається деяка густина рослинності, щоб підтримувати постійний потік води та ефективність очищення системи.

Висновки:

1. Перед використанням конкретних видів рослин на даху важливо врахувати їхні особливості росту, потреби в воді та взаємодію з іншими рослинами і мікроорганізмами. Також слід пам'ятати про те, що ефективність очищення може залежати від типу забруднення та специфікацій конкретної системи на даху.

2. Необхідна міцність конструкції: Перш ніж встановлювати зелений дах, важливо переконатися, що будівля може витримати додаткове навантаження від ґрунту, води та рослин. Необхідно провести структурний аналіз.

3. Щоб запобігти протіканню, потрібна якісна водонепроникна мембрана, яка водночас повинна бути проникливою для коренів рослин.

4. Важливо мати ефективну дренажну систему, щоб уникнути застоювання води на даху, яка може призвести до протікань або інших проблем.

5. При виборі рослин слід враховувати їхні особливості росту, потреби у воді, толерантність до екстремальних умов та інші фактори.

6. Регулярний огляд та утримання зеленого даху важливі для його довговічності та ефективності. Це включає в себе усунення мертвих або хворих рослин, перевірку системи дренажу та поливу тощо.

7. Щоб переконатися в ефективності системи очищення води, регулярно проводьте лабораторний аналіз води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gyser C. Entfernung von Phosphor aus Abwasser einer Getriebeherstellung in einer Pflanzenkläranlage. Diplomarbeit. 2013.
2. Reindl J. Erstellen von Konzepten für Dachpflanzenkläranlagen und Wirtschaftlichkeitsvergleich mit einer herkömmlichen chemischphysikalischen Abwasserbehandlungsanlage Diplomarbeit. 2006.
3. Zehnsdorf A., Willebrand K. C., Trabitzsch R., Knechtel S., Blumberg M., Müller R. A. Wetland roofs as an attractive option for decentralized water management and air conditioning enhancement in growing cities – A review. *Water*. 2019. № 11 (9). P. 1845.
4. Simper, N. Experimentelle und mathematische Beschreibung einer etablierten Dachpflanzenkläranlage, sowie Grundlagenversuche für weiterführende Erkenntnisse. Diplomarbeit. 2018.
5. Pradhan S., Al-Ghamdi S. G., Mackey H. R. Greywater recycling in buildings using living walls and green roofs: A review of the applicability and challenges. *Sci. Total Environ*. 2019. № 652. P. 330–344.
6. Rhodes, J. Entfernung von Phosphor aus Abwasser einer Getriebeherstellung in einer Pflanzenkläranlage. Bachelorarbeit. 2014.
7. Demchuk L. I., Alpatova O. M., Maksymenko I. Y. Environmental security as a component of national sustainability: worldview analysis. Publishing House “Baltija Publishing”, 2022.
8. Максименко І. Ю. Фіторемедіаційний потенціал антропогенно трансформованих біогідроекозів Малинської ОТГ. *Сучасні проблеми екології* : тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю (06 жовтня 2022 року). Житомир : Житомирська політехніка, 2022. 105 с. 2022. С. 53.

УДК 504.4.062.2:556.38

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.49>**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ
СТОХІД ЗА МАКРОФІТНИМ ІНДЕКСОМ MIR****Цьось О.О.** – к.с.-г.н., доцент,доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Волинський національний університет імені Лесі Українки**Боярин М.В.** – к.г.н., доцент,доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Волинський національний університет імені Лесі Українки**Волошин В.У.** – к.т.н., доцент,доцент кафедри геодезії картографії та земельного кадастру,
Волинський національний університету імені Лесі Українки**Музиченко О.С.** – к.б.н., доцент,доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Волинський національний університет імені Лесі Українки

У статті наведено результати досліджень щодо оцінки якості поверхневих вод з використанням Макрофітного індексу MIR за методикою Макрофітної оцінки річок (MMOR).

Фітоіндикаційні дослідження включені до державної системи моніторингу країн ЄС та України як один з методів біомоніторингу. Водні та прибережно-водні рослини чутливо реагують на зміну параметрів зовнішнього середовища, тому їх можна використовувати як індикатори рівня забруднення поверхневих вод.

У ході досліджень на тестових ділянках р. Стохід було виявлено 24 види водних та прибережно-водних рослин, на ділянці № 1 – 15 видів, на ділянці № 2 – 20 видів. Всі види належать до відділу Magnoliophyta, класів Magnoliopsida та Liliopsida. Найбільшою кількістю видів представлені родини Cyperaceae – 16,66% і Poaceae – 12,50%.

Індикативне значення відповідно до методики Макрофітної оцінки річок (MMOR) має 22 види рослин, в т. ч. на першій ділянці – 14 видів, на другій – 18 видів. Найбільша кількість видів відноситься до еко типу гідрофіти, або справжні водні рослини – 9 видів (40,91%). До еко типу гелофіти, або повітряно-водні рослини, належить 3 види (13,64%), до гігрогелофітів відноситься 6 видів (27,27%), гігрофіти представлені 4 видами (18,18%). За трофічним коефіцієнтом L 45,45% видів – це рослини евтрофно-мезотрофних водойм, по 27,27% – види приурочені до мезотрофних та евтрофних водойм.

Розрахунок макрофітного індексу MIR показав, що якість води у річці Стохід на тестовій ділянці № 1 належить до III класу екологічного стану поверхневих вод (MIR = 34,5), задовільна якість, евтрофний стан; на тестовій ділянці № 2 відноситься до II класу екологічного стану поверхневих вод (MIR = 39,4), добра якість, мезотрофний стан.

Ключові слова: річка Стохід, водні та прибережно-водні рослини, індекс макрофітів, екологічний стан поверхневих вод, якість води.

Tsos O.O., Boiaryn M.V., Voloshyn V.U., Muzychenko O.S. Assessment of the environmental state of surface waters of the Stokhid river by Macrophyte Index MIR

The article presents the results of research of the environmental state of surface waters using the Macrophyte Index MIR according to the methodology of the macrophyte assessment of rivers (MMOR).

Phytoindication methods are included in the state monitoring system of EU countries and Ukraine as one of the methods of biomonitoring. Aquatic and coastal aquatic plants respond sensitively to changes in the parameters of the external environment, so they can be used as indicators of the level of surface water pollution.

In the course of research, 24 species of aquatic and coastal aquatic plants were discovered at the test sites of the Stokhid River, 15 species at site No. 1, and 20 species at site No. 2. All species belong to the divisions Magnoliophyta, classes Magnoliopsida and Liliopsida. The largest number of species is represented by the families Cyperaceae – 16,66% and Poaceae – 12,50%.

Indicative value according to the methodology of the Macrophyte assessment of rivers (MMOR) has 22 species of plants, including 14 species at test site No. 1, 18 species at test site No. 2. The largest number of species belongs to the hydrophyte ecotype, or true aquatic plants – 9 species (40,91%). The ecotype of helophytes, or air-water plants, includes 3 species (13,64%), hygrophelophytes include 6 species (27,27%), hygrophytes are represented by 4 species (18,18%). According to the trophic factor L 45,45% of the species are plants of eutrophic-mesotrophic water bodies, 27,27% are species limited to mesotrophic and eutrophic water bodies.

The calculation of the macrophyte index MIR showed that the water quality in the Stokhid River at test site No. 1 belongs to class III, satisfactory category (MIR = 34,5), eutrophic state; on test site No. 2 belongs to class II, a good category (MIR = 39,4), mesotrophic state.

Key words: Stokhid River, aquatic and coastal aquatic plants, index of macrophytes, ecological condition of surface waters, water quality.

Постановка проблеми. Фітоіндикаційні дослідження включені до державної системи моніторингу країн ЄС та України як один з методів біомоніторингу. Водні та прибережно-водні рослини постійно зазнають тиску зовнішнього середовища і чутливо реагують на зміну його параметрів, зазнаючи їх чутливість до певних забруднювачів, можна провести польові дослідження протягом вегетаційного періоду та дізнатися середній рівень забруднюючих речовин. Хімічні та фізичні методи оцінки якості поверхневих вод забезпечують одномоментне визначення міри забруднення під час дослідження, в той час як біологічні методи дозволяють визначити вплив забруднюючих речовин в довготерміновій перспективі, що

особливо актуально для водних екосистем в умовах антропогенного навантаження [10; 11; 13].

Протягом довготривалого періоду річка Стохід зазнавала значного антропогенного втручання. У 1961–1973 рр. була проведена осушувальна меліорація, що охоплює до 30% площі басейну річки, також має вплив поверхневий стік з сільськогосподарських угідь, часткове використання в господарських цілях водоохоронної зони річки, потрапляння у поверхневі води господарсько-комунальних стоків, тощо. Антропогенне втручання впливає як на якість води річки, так і на видове біорізноманіття [1; 5; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати дослідження та оцінка екологічного стану р. Стохід викладені в працях багатьох науковців. Зокрема, в праці Ситник Ю. М. з співавторами [8] зроблена оцінка та порівняння гідрохімічних показників річки за 1978, 1995 та 2000 роки. Проби відбирались вище і нижче за течією м. Любешів і у гирловій ділянці. В роботі зазначено, що за період з 70-х років 20 ст. до 2000 р. найбільше зросла концентрація заліза загального, у 2–2,5 рази та біогенних речовин, таких, як нітроген амонійний (в 13,4 рази), нітроген нітратний (в 4,0 рази), нітроген нітритний (в 2,9 рази), вміст фосфатів (у 3–5 разів). Автори вказують, що це може бути пов'язане з антропогенною діяльністю.

В праці Боярин М. В. та Нетробчук І. М. визначено інтегральні екологічні індекси та простежено їх просторову динаміку з 2007 по 2017 роки. Зазначено, що вода р. Стохід за середніми величинами належить до II класу якості води («добрі», «чисті») та 2 категорії («дуже добрі», «чисті» води), а за найгіршими величинами відноситься до II класу якості води («добрі», «чисті») та 3 категорії («добрі», «досить чисті»). Найгірші значення індексів мають показники трофо-сапробіологічного блоку, особливо сполуки нітрогену, що зумовлене надходженням недостатньо очищених стічних вод, поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь, тощо [1].

Структуру природно-заповідного фонду в басейні р. Стохід, просторове розміщення природоохоронних територій, їх транспортну доступність до рекреантів розглянуто в праці Ковальчука І. П. зі співавторами [6].

Фітоіндикаційні дослідження екологічного стану р. Стохід не проводились, але такі дослідження у Волинській області за допомогою Макрофітної методики оцінки річок (MMOR) проходили в басейні р. Прип'ять та її приток Турії, Вижівки та Циру. Описано флористичний склад водних і прибережно-водних рослин, виявлено індикативні види, проведено аналіз екологічного стану та рівня трофності вищезазначених річок за гідрохімічними та фітоіндикаційними показниками, визначено вплив гідрохімічних показників на формування фітоіндикаційних критеріїв якості поверхневих вод річок [10; 12; 14].

Також проводились дослідження із застосуванням фітоіндикаційної методики оцінки річок (MMOR) якості води приток р. Західний Буг, річок Луга і Студянка [15].

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення видового складу водних та прибережно-водних рослин та оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Стохід за Макрофітною методикою MMOR.

Виклад основного матеріалу дослідження. Стохід – права притока річки Прип'ять, довжиною 188 км та площею басейну – 3155 км² (табл. 1). Річка бере початок поблизу с. Семеринське Володимирського (колишнього Локачинського) району на південному краї Поліської низовини, протікає в межах Волинської області та на півдні села Сваловичі Камінь-Каширського (колишнього Любешівського)

району, розташованого у межах Поліської низовини, впадає у р. Прип'ять. Річка має повільну течію, заболочену заплаву, нечітко виражені береги, а від с. Угриничі до гирла для русла річки характерним є розгалуження на багато рукавів, проток, стариць – «стоходів». У басейні р. Стоходу налічується 144 річки, з яких 12 довжиною понад 10 км і 132 – менше 10 км [3; 7; 9].

Екологічний стан річки Стохід оцінюється як задовільний і визначається кількома вагомими чинниками: впливом осушувальної меліорації (меліоративне осушення боліт, викорчовування, осушення розорювання заплавної масивів, особливо активне у верхів'ї річки, зумовило зниження рівня підземних вод, замулення джерел і витоків малих річок, зміну режиму стоку); поверхневі стоки із сільськогосподарських угідь; недотриманням водоохоронного законодавства та часткове використання у господарських цілях водоохоронної зони річки (наявність господарських будівель та житлових споруд); потрапляння у поверхневі води комунально-побутових стоків житлових об'єктів (вигрібні ями) а також комунальних стоків КП «Любешів-Комфорт-Сервіс» м. Любешів. Проте, слід відмітити високу самоочисну здатність річки Стохід, яка зумовлена вищою водною рослинністю, якою вкрите русло річки [1].

Для дослідження було обрано дві тестові ділянки довжиною по 100 м, в межах яких знаходились точки відбору проб води з прив'язкою до існуючих створів державних моніторингових спостережень, що характеризуються різним рівнем антропогенного навантаження та задовольняють умови репрезентативності проведення гідроекологічних досліджень відносно впливу точкових і дифузних джерел забруднення (табл. 1).

Протягом вегетаційного періоду 2020–2021 рр. проводилось польові дослідження на обраних ділянках, укладався список видів макрофітів, визначалось проєктивне покриття кожного виду [16].

Таблиця 1

Тестові ділянки поблизу репрезентативних створів річки Стохід

№ ділянки	Адміністративне місцезнаходження тестової ділянки	Відстань від гирла річки, км	Обґрунтування репрезентативності
1	Вище за течією с. Линівка, середня частина русла річки	176,90	Фоновий створ, середня частина русла річки
2	м. Любешів	20,26	Контрольний створ, ділянка річки поблизу гирлової частини русла

На наступному етапі розраховували макрофітний індекс річки (MIR). Згідно методики Макрофітної оцінки річок MMOR, кожному виду водних рослин присвоюється два індексні номери. Перша цифра значення індексу – L , вказує на середній трофічний рівень середовища, в якому знаходиться вид. Трофічний індекс L коливається від 1 (для розвинених евтрофних процесів) до 10 (для оліготрофних вод). Друга цифра показника – ваговий коефіцієнт W . Це показник екологічної толерантності видів (від стено- (3) до евритопних (1)). За 9-бальною шкалою вказувався індекс проєктивного покриття P [10; 13].

Розрахунок макрофітного індексу річок MIR на основі даних польових досліджень проводили за формулою:

$$\text{MIR} = \frac{\sum (Li \times Wi \times Pi)}{\sum (Wi \times Pi)} \times 10$$

де MIR – макрофітний індекс річки;

Li – трофічний індекс виду;

Wi – ваговий коефіцієнт виду;

Pi – коефіцієнт проєктивного покриття виду за 9-бальною шкалою.

Відповідно до використаної методики, макрофітний індекс MIR може приймати значення від 10 (найгірші значення) до 100 (найкращі). У випадку рівнинних річок найвищі значення MIR не перевищують 60. Для річок різних типів визначено різні види-індикатори. Обчислені значення макрофітного індексу річок MIR відносяться до певного класу, що відповідає системі оцінки води відповідно до Водної рамкової директиви [2; 10; 13].

У ході дослідження флористичного складу р. Стохід описано 24 види водних та прибережно-водних рослин. З них на ділянці № 1 (поблизу с. Линівка) – 15 видів, на ділянці № 2 (м. Любешів) – 20 видів. Всі види належать до відділу *Magnoliophyta*, класів *Magnoliopsida* та *Liliopsida*, що включають 14 родин та 17 родів. Найбільшою кількістю видів представлені родини *Cyperaceae* – 4 види (16,66 %) і *Poaceae* – 3 види (12,50 %). До родин *Apiaceae*, *Polygonaceae*, *Araceae*, *Hydrocharitaceae*, *Potamogetonaceae* входить по два види (по 8,33 %), до решти родин – по одному виду (табл. 2).

Таблиця 2

Таксономічний склад водних і прибережно-водних рослин річки Стохід

	Родина	Кількість видів	Участь, %
Відділ <i>Magnoliophyta</i>			
Клас			
Magnoliopsida	<i>Apiaceae</i>	2	8,33
	<i>Boraginaceae</i>	1	4,17
	<i>Ceratophyllaceae</i>	1	4,17
	<i>Lamiaceae</i>	1	4,17
	<i>Nymphaeaceae</i>	1	4,17
	<i>Polygonaceae</i>	2	8,33
Liliopsida	<i>Acoraceae</i>	1	4,17
	<i>Alismataceae</i>	1	4,17
	<i>Araceae</i>	2	8,33
	<i>Hydrocharitaceae</i>	2	8,33
	<i>Potamogetonaceae</i>	2	8,33
	<i>Cyperaceae</i>	4	16,66
	<i>Juncaceae</i>	1	4,17
	<i>Poaceae</i>	3	12,50
Разом:	14	24	100

З виявлених видів водних та прибережно-водних рослин р. Стохід індикативне значення відповідно з Макрофітною методикою оцінки річок (MMOR) має 22 види рослин, в т. ч. на першій ділянці – 14 видів, на другій – 18 видів (табл. 3).

У результаті проведеного аналізу індикативних видів встановлено, що за трофічним коефіцієнтом L більшість видів – це рослини евтрофно-мезотрофних водойм, з них 10 видів (45,45%) мають трофічний індекс 4. Серед них: *Myosotis scorpiodes*, *Nuphar lutea*, *Persicaria amphibia*, *Sagittaria sagittifolia*, *Lemna trisulca*.

Ще 6 видів (27,27%) – рослини мезотрофних водойм з трофічним індексом $L = 5-7$. Це – *Oenanthe aquatica*, *Mentha aquatica*, *Sium latifolium*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides* та ін. Також зростає 6 видів (27,27%) – рослин евтрофних водойм з трофічним індексом $L=2-3$, а саме: *Ceratophyllum demersum*, *Persicaria hydropiper*, *Acorus calamus*, *Lemna minor*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea* (табл. 3).

Таблиця 3

Видовий склад індикаторних видів водних і прибережно-водних рослин річки Стохід

№ з/п	Назва рослини	Li^*	Wi^{**}	р. Стохід (с. Лівівка) P^{***}	р. Стохід (м. Любешів) P^{***}
1	<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Омег водяний	5	1	–	1
2	<i>Sium latifolium</i> L. Вех широколистий	7	1	–	1
3	<i>Myosotis scorpiodes</i> L. Незабудка болотна	4	1	3	2
4	<i>Ceratophyllum demersum</i> L. Кушир занурений	2	3	2	–
5	<i>Mentha aquatica</i> L. М'ята водяна	5	1	2	2
6	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith. Глечики жовті	4	2	–	5
7	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S.F.Gray Гірчак земноводний	4	1	–	2
8	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarb. Гірчак перцевий	3	1	2	2
9	<i>Acorus calamus</i> L. Лепеха звичайна	2	3	–	4
10	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. Стрілолист стрілолистий	4	2	2	4
11	<i>Lemna minor</i> L. Ряска мала	2	2	3	3
12	<i>Lemna trisulca</i> L. Ряска триборозенчаста	4	2	–	2
13	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L. Жабурник звичайний	6	2	2	3
14	<i>Stratiotes aloides</i> L. Водяний різак звичайний	6	2	–	4
15	<i>Potamogeton lucens</i> L. Рдесник блискучий	4	3	2	2
16	<i>Potamogeton natans</i> L. Рдесник плаваючий	4	1	3	2
17	<i>Carex acuta</i> L. Осока гостра	5	1	2	3
18	<i>Carex riparia</i> Curtis Осока побережна	4	2	2	–
19	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh. Осока гостровидна	4	1	2	–
20	<i>Scirpus lacustris</i> L. Куга озерна	4	2	–	2
21	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. Лепешняк великий	3	1	6	4
22	<i>Phalaris arundinacea</i> L. Очеретянка звичайна	2	1	5	–
Всього індикативних видів:				14	18

Li^* – трофічний індекс виду;

Wi^{**} – ваговий коефіцієнт виду;

Pi^{***} – коефіцієнт проєктивного покриття виду за 9-бальною шкалою.

За екологічною толерантністю 11 видів (50 %) є евритопними з ваговим коефіцієнтом $W = 1$. Стенопних видів з ваговим коефіцієнтом $W = 3$ всього три (13,64%): *Ceratophyllum demersum* (ділянка № 1), *Acorus calamus* (ділянки № 1 і № 2) та *Potamogeton lucens* (ділянки № 1 та № 2).

Найбільше проєктивне покриття на тестовій ділянці № 1 (вище с. Линівка) мають такі індикативні види – *Glyceria maxima* (20%) та *Phalaris arundinacea* (5%). На тестовій ділянці № 2 (м. Любешів) – *Nuphar lutea* (5%), *Sagittaria sagittifolia* (5%), *Acorus calamus* (3%) та *Stratiotes aloides* (3%).

Згідно класифікації водних і прибережно-водних рослин за екотипами виділяють 5 груп: гідрофіти, або справжні водні рослини, гелофіти або повітряно-водні рослини, гірогелофіти, гідрофіти і гіро-мезо- та мезофіти [4].

До екотипу гідрофіти, або справжні водні рослини належить 9 видів (40,91%): *Ceratophyllum demersum* (занурені неукорінені рослини), *Nuphar lutea*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton natans* (укорінені з плаваючим листям), *Lemna minor* та *Lemna trisulca*, *Hydrocharis morsus-ranae* (вільноплаваючі), *Stratiotes aloides*, *Potamogeton lucens* (занурені укорінені) (рис. 1).

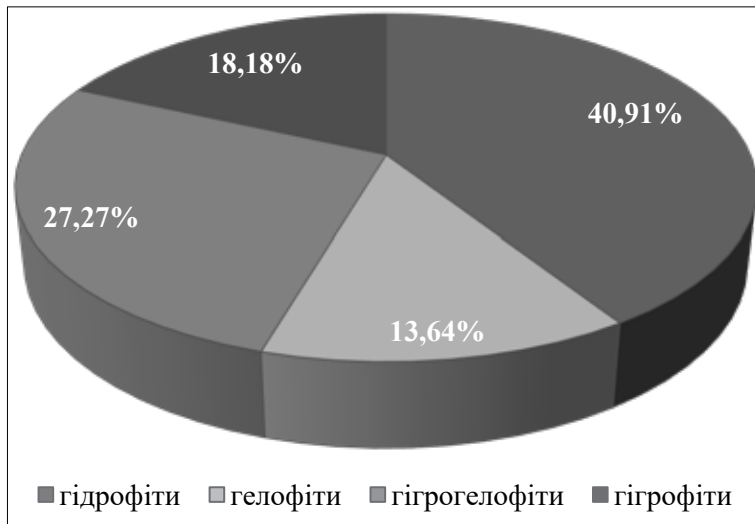


Рис. 1. Розподіл вищих водних та прибережно-водних рослин за екотипами на р. Стохід

До екотипу гелофіти, або повітряно-водні рослини, належить 3 види (13,64%). Зокрема, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus lacustris* (низькотравні гелофіти), *Glyceria maxima* (високотравні гелофіти).

Гірогелофіти представлені 6 видами (27,27%): *Oenanthe aquatica*, *Sium latifolium*, *Acorus calamus*, *Carex acuta*, *C. riparia* та *C. acutiformis*. До екотипу гідрофіти належить 4 види (18,18%): *Myosotis scorpioides*, *Mentha aquatica*, *Persicaria hydropiper*, *Phalaris arundinacea*.

В результаті розрахунку екологічного індексу макрофітів MIR за методикою Макрофітної оцінки річок (ММОР) встановлено, що якість води у річці Стохід на тестовій ділянці № 1 (вище с. Линівка, середня течія), належить до III класу екологічного стану поверхневих вод (MIR = 34,5), задовільна якість, евтрофний стан;

на тестовій ділянці № 2 (м. Любешів, нижня течія), належить до II класу екологічного стану поверхневих вод (MIR=39,4), добра якість, мезотрофний стан (табл. 4).

Таблиця 4

Оцінка екологічного стану річки Стохід на території Волинської області за макрофітами з використанням MIR

№	Пункти	MIR	Клас (категорія)	Назва категорії	Трофічний статус
1	Вище с. Линівка (середня течія)	34,5	III	задовільний	евтрофний
2	м. Любешів (нижня течія)	39,4	II	добрий	мезотрофний

Висновки. На тестових ділянках р. Стохід було виявлено 24 види водних та прибережно-водних рослин, на ділянці № 1 – 15 видів, на ділянці № 2 – 20 видів. Індикативне значення мають 22 види рослин, в т. ч. на першій ділянці – 14 видів, на другій – 18 видів. В результаті розрахунку екологічного індексу макрофітів MIR за методикою ММОР встановлено, що якість води у річці Стохід на тестовій ділянці № 1 (вище с. Линівка, середня течія) належить до III класу екологічного стану поверхневих вод (MIR=34,5), задовільна якість, евтрофний стан; на тестовій ділянці № 2 (м. Любешів, нижня течія), належить до II класу екологічного стану поверхневих вод (MIR=39,4), добра якість, мезотрофний стан.

В подальшому планується аналіз фізико-хімічних показників якості води р. Стохід за відповідний період і порівняння з даними фітоіндикаційних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Екологічний стан поверхневих вод басейну р. Стохід. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3–4 (28). 2017. С. 120–129.
2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: Вид. офіційне. Київ : Твій формат, 2006. 240 с.
3. Гопчак І. В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.07. Київ. нац. у-т імені Т. Г. Шевченка, Київ, 2007. 20 с.
4. Гроховська Ю. Р. Структурний аналіз водної флори Стир-Горинської частини басейну Прип'яті. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. № 3–4 (10–11). 2015. С. 38–47.
5. Зузук Ф. В., Колошко Л. К., Карпюк З. К. Осушені землі Волинської області та їх охорона. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. 293 с.
6. Ковальчук І. П., Павловська Т. С., Савчук В. Д. *Часопис картографії*. Вип. 3. 2011. С. 82–91. URL: http://maptimes.inf.ua/CH_03.html
7. Регіональний офіс водних ресурсів у Волинській області. URL: <https://www.vodres.gov.ua/> (дата звернення 01.04.2023).
8. Ситник Ю. М., Арсан О. М., Морозова А. О. Гідрохімічні дослідження річок Стохід та Прип'ять влітку 2000 року. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/2303/1/01/summary.pdf>
9. Сучасний екологічний стан та перспективи екологічно безпечного стійкого розвитку Волинської області / за ред. В. О. Фесюка. Київ : ТОВ «Підприємство ВІ ЕН ЕЙ», 2016. 316 с.
10. Цьось О. О., Музиченко О. С., Боярин М. В. Екологічна оцінка поверхневих вод приток верхів'я річки Прип'ять методами фітоіндикації : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2022. 220 с.

11. Цьось О. О., Музиченко О. С., Боярин М. В. Становлення фітоіндикаційних підходів у системі моніторингу стану водних екосистем. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Вип. № 118. 2021. С. 382–388. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.49>
 12. Boiaryn M., Tsos O. Ocena stanu ekologicznego powierzchniowych wód rzeki Turia na podstawie makrofitowego indeksu rzecznoego (MIR). *Chemistry, Environment, Biotechnology*. Vol. 22. 2019. P. 7–12. DOI: <http://dx.doi.org/10.16926/cebj.2019.22.01>
 13. Ciecierska H., Dynowska M. Biologiczne metody oceny stanu srodowiska. Tom 2. Ekosystemy wodne. Podrecznik metodyczny. Olsztyn, 2013. 312 p.
 14. Myroslav S. Malovanyu, Maria Boiaryn, Oksana Muzychenko, Oksana Tsos. Assessment of the environmental state of surface water of right-bank tributaries of the upper reaches of the Pripet Rives by macrophyte index MIR. *Journal of water and land development*. № 55(X–XII).2022. P. 97–103. DOI: 10.24425/jwld.2022.142310
 15. Nekos A. N., Boiaryn M. V., Lugowska M., Tsos O. O., Netrobchuk I. M. Assessment of the ecological condition of the Western Bug river basin according to the Macrophyte index for rivers (MIR). *Вісник Харківського національного університету імені В. М. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. Вип. 54. 2021. С. 316–328. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-54-24>
 16. The International Plant Names Index. URL: <https://www.ipni.org/> (дата звернення 10.04.2023).
-

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Аверчев О.В.	28	Лесик О.Б.	296, 306
Алмашова В.С.	338	Лимар В.О.	315
Амбер А.Ю.	345	Лозінський М.В.	98
Андрейченко С.В.	345	Мамчур Р.М.	54
Бараболя О.В.	3, 10	Маслов В.І.	315
Бернацький А.О.	265	Мельниченко С.Г.	372
Білоусова Т.В.	20	Минкіна Г.О.	119
Богадьорова Л.М.	372	Минкін М.В.	119
Борщенко В.В.	265	Мідик С.В.	366
Боярин М.В.	387	Міщенко О.В.	125
Вознюк Р.Р.	274	Мойсієнко В.В.	59
Войціцький В.М.	366	Мороз С.Ю.	54
Волошин В.У.	387	Мостипан О.В.	132
Гармашов В.В.	28	Моцний І.І.	142
Гентош Д.Т.	248	Музиченко О.С.	387
Главатчук В.А.	281	Назаренко М.М.	47
Голубенко Т.Л.	281	Назарчук О.П.	155
Грабовський М.Б.	132	Наумов Є.О.	161
Діденко В.В.	47	Огороднічук Г.М.	281
Діденко І.А.	345	Онищенко А.О.	315
Доля М.М.	20, 54	Охременко І.В.	372
Дроздова А.А.	59	Пацева І.Г.	378
Дудченко Н.Я.	366	Пашенко І.В.	10
Жуйков О.Г.	66	Пашенко Н.О.	231
Задорожній М.В.	352	Перебора О.П.	167
Засуха Л.В.	290	Писаренко Н.В.	174
Захарчук Н.А.	174	Побережна Л.В.	192
Іванов В.О.	315	Полтавченко Т.В.	366
Іжболдін О.О.	231	Попова Л.М.	197
Калантир В.О.	332	Поспелов С.В.	125
Калинка А.К.	296, 306	Приліпко Т.М.	306, 321
Ковальов М.М.	73	Разанова О.П.	281
Коваль Т.В.	321	Рибак О.С.	378
Ковка Н.С.	357	Рибальченко А.М.	204
Колісник А.В.	3	Сахацька Є.А.	326
Корнієнко В.І.	366	Сичов М.Ю.	274
Корх І.В.	306	Скоромна О.І.	281
Косенко В.Ю.	204	Сологуб І.М.	237
Кострич Д.В.	54	Соломонов Р.В.	80
Кривенко А.І.	80	Стадницька О.І.	296
Лаврись В.Ю.	88	Улянич О.І.	224
Лягук Г.І.	197	Ушакова С.В.	326

Файт В.І.....	142	Шевчук К.М.....	224
Філіцька О.О.....	98	Шепель А.В.	258
Хижняк С.В.	366	Шпак Л.В.	306
Ходорчук В.Я.....	28	Щербаков В.Я.....	28
Ходос Т.А.	66	Щетина С.В.....	167
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.	378	Gutsol G.V.....	35
Цилюрик О.І.	231, 237	Mashchenko Yu.V.	108
Цьось О.О.	387	Mazur O.V.....	35
Чернишов І.В.....	326	Sokolovska I.M.....	108
Чернова І.С.	28	Тkachuk O.P.....	210
Чудак Р.А.....	281	Verhelis V.I.....	210
Швидченко К.Р.	248		

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Бараболя О.В., Колісник А.В. Вплив метеорологічних умов і мінерального живлення на врожайність льону олійного в умовах Степу України	3
Бараболя О.В., Пащенко І.В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сої в умовах Лісостепу України.....	10
Білоусова Т.В., Доля М.М. Особливості фенології та шкідливості південноамериканської томатної молі (<i>Tuta absoluta</i> Meyr.) у відкритому ґрунті	20
Гармашов В.В., Ходорчук В.Я., Чернова І.С., Щербаков В.Я., Аверчев О.В. Специфіка біологічного захисту кондитерського соняшнику	28
Gutsol G.V., Mazur O.V. Soil contamination with heavy metals and remediation measures.....	35
Діденко В.В., Назаренко М.М. Депресія вихідного матеріалу пшениці озимої в залежності від сорту та типу чинника.....	47
Доля М.М., Мороз С.Ю., Кострич Д.В., Мамчур Р.М. Обґрунтування заходів захисту нуту від шкідників за ресурсоощадних технологій у Степу України	54
Дроздова А.А., Мойсієнко В.В. Особливості росту і розвитку рослин чорнушки (<i>Nigella</i> L.) залежно від елементів технології вирощування.....	59
Жуйков О.Г., Ходос Т.А. Рівень біологізації технології вирощування та норма висіву насіння гірчиці сарептської як фактори формування кореневої системи та мікробної активності ґрунту в умовах Південного Степу	66
Ковальов М.М. Вплив складу поживних сумішей на вирощування розсади томату в умовах плівкових теплиць	73
Кривенко А.І., Соломонов Р.В. Захист посівів нуту і сочевиці від бур'янів	80
Лаврись В.Ю. Вплив норми висіву насіння на структурні показники та врожайність фітосировини соняшнику декоративного в умовах Південного Степу.....	88
Лозінський М.В., Філіцька О.О. Формування довжини головного стебла в різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої залежно від метеорологічних умов Правобережного Лісостепу України.....	98
Mashchenko Yu.V., Sokolovska I.M. Yield and productivity of winter wheat depend on the fertilizer system and biopreparation	108
Минкін М.В., Минкіна Г.О. Біоенергетична оцінка агротехнічних факторів за вирощування сої в повторних посівах при зрошенні в умовах Півдня України	119
Мищенко О.В., Поспєлов С.В. Продуктивність ехінацеї блідої (<i>Echinacea pallida</i> (Nutt.) Nutt.) першого року вегетації залежно від способу вирощування розсади.....	125
Мостипан О.В., Грабовський М.Б. Вплив гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої	132
Моцний І.І., Файт В.І. Успадкування показників якості зерна при створенні інтрогресивного вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої.....	142
Назарчук О.П. Вплив основного обробітку ґрунту на формування біометричних показників рослин та врожайність ромашки лікарської в умовах Полісся України	155
Наумов Є.О. Тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм і форм внесення азотних добрив.....	161

Перебора О.П., Щетина С.В. Господарсько-біологічна оцінка індетермінантних гібридів помідора за вирощування в зимових теплицях.....	167
Писаренко Н.В., Захарчук Н.А. Ідентифікація вихідного матеріалу картоплі за успадкуванням господарсько-цінних ознак і рівня гетерозису в умовах Центрального Полісся України.....	174
Побережна Л.В. Вплив позакореневих підживлень та інокуляції насіння на симбіотичну та зернову продуктивність нуту.....	192
Попова Л.М., Латюк Г.І. Особливості плодоношення гібридів томата черрі в умовах Південного Степу України.....	197
Рибальченко А.М., Косенко В.Ю. Вплив норм висіву гороху на формування елементів структури та урожайність зерна.....	204
Tkachuk O.P., Verhelis V.I. Influence of fertilizers on indicators of the agro-ecological condition of the soil.....	210
Улянич О.І., Шевчук К.М. Урожайність цикорію салатного ендивій залежно від строків вирощування в умовах Південного Степу України.....	224
Циліорик О.І., Іжболдін О.О., Пашенко Н.О. Продуктивність сучасних сортів винограду столового в умовах Півночі Степу України.....	231
Циліорик О.І., Сологуб І.М. Регулятори росту в посівах кукурудзи Північного Степу України.....	237
Швидченко К.Р., Гентош Д.Т. Шкідливість плямистостей <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. в умовах Правобережного Лісостепу України.....	248
Шепель А.В. Продуктивність томатів залежно від фонів живлення та загущення рослин при краплинному зрошенні на Півдні України.....	258
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	265
Бернацький А.О., Борщенко В.В. Показники продуктивності та складу молока дійних корів у різні сезони випасу залежно від щодобової пропозиції: огляд.....	265
Вознюк Р.Р., Сичов М.Ю. Енергетична поживність та перетравність поживних речовин соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>).....	274
Голубенко Т.Л., Чудак Р.А., Скоромна О.І., Разанова О.П., Огороднічук Г.М., Главатчук В.А. Продуктивність і племінна цінність корів молочних порід української та зарубіжної селекції.....	281
Засуха Л.В. Спосіб виготовлення приміщень для свиней із солом'яних блоків.....	290
Калинка А.К., Лесик О.Б., Стадницька О.І. Нова суперінтенсивна популяція м'ясних комолых сименталів в Карпатському регіоні Буковини.....	296
Калинка А.К., Лесик О.Б., Шпак Л.В., Корх І.В., Приліпко Т.М. Вирощування телиць нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого симентала худоби за різних зимових місяців народження в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.....	306
Маслов В.І., Лимар В.О., Іванов В.О., Онищенко А.О. Розробка способів утилізації рідкого гною на свинокомплексі.....	315
Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Обмін сірки в овець залежно від генетичних особливостей і способу утримання.....	321
Сахацька Є.А., Чернишов І.В., Ушакова С.В. Аналіз властивостей м'яса механічної обвалки як об'єкту переробки.....	326

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ	332
Калантир В.О. Вміст основних елементів живлення у зерні та солоні пшениці твердої озимої залежно від удобрення.....	332
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА	338
Алмашова В.С. Екологічний аналіз впливу виробничої діяльності ПАТ «Херсонська теплоелектроцентраль» на компоненти довкілля міста Херсон.....	338
Андрейченко С.В., Діденко І.А., Амбер А.Ю. ГІС-технології. екологічного менеджменту.....	345
Задорожній М.В. Особливості загартування молоді кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>) для вирощування у природніх умовах Півночі України.....	352
Ковка Н.С. Значення біорізноманіття та екологічної інтенсифікації як інноваційного підходу до підвищення стійкості агроєкосистем	357
Корнієнко В.І., Войціцький В.М., Хижняк С.В., Мідик С.В., Дудченко Н.Я., Полтавченко Т.В. Роль адаптаційної спроможності біоти у формуванні надійності екосистем	366
Мельниченко С.Г., Богадьорова Л.М., Охременко І.В. Дослідження зарубіжних практик запобігання евтрофікації водою: досвід для України	372
Рибак О.С., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Пацева І.Г. Промислове очищення стічних вод болотними рослинами на даху	378
Цьось О.О., Боярин М.В., Волошин В.У., Музиченко О.С. Оцінка екологічного стану поверхневих вод річки стохід за Макрофітним індексом MIR	387

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING	3
Barabolia O.V., Kolisnyk A.V. The impact of meteorological conditions and mineral fertilization on the yield of oil flax in the Steppe of Ukraine	3
Barabolia O.V., Pashchenko I.V. The impact of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in Forest-Steppe of Ukraine	10
Bilousova T.V., Dolya M.M. Phenology and damage characteristics of the South American tomato moth (<i>Tuta absoluta</i> Meyr.) in open field conditions.....	20
Garmashov V.V., Khodorchuk V.Ya., Chernova I.S., Shcherbakov V.Ya., Averchev O.V. Specifics of biological protection of confectionery sunflower	28
Gutsol G.V., Mazur O.V. Soil contamination with heavy metals and remediation measures.....	35
Didenko V.V., Nazarenko M.M. Depression of the winter wheat initial material depending on the variety and type of factor.....	47
Dolia N.M., Moroz S.Yu., Kostrych D.V., Mamchur R.M. The substantiation of measures to protect chickpea from pests using conservation technologies in the Steppe of Ukraine	54
Drozdova A.A., Moisiienko V.V. Peculiarities of the growth and development of nigella plants (<i>Nigella</i> L.) depending on the elements of cultivation technology.....	59
Zhuikov O.H., Khodos T.A. The level of biologicalization of cultivation technology and the rate of sowing seeds of Sarepta mustard as factors of the formation of the root system and microbial activity of the soil in the conditions of the Southern Steppe.....	66
Kovalov M.M. The influence of the composition of nutrient mixtures on growing of tomato seedlings in the conditions of film greenhouses.....	73
Kryvenko A.I., Solomonov R.V. Protection of chickpea and lentil crops from weeds.....	80
Lavrys V.Yu. The influence of the rate of seed sowing on the structural parameters and yield of phytowar materials of ornamental sunflower in the conditions of the Southern Steppe.....	88
Lozinskiy M.V., Filitska O.O. Formation of the length of the main stem in various types of soft winter wheat at different heights depending on the meteorological conditions of the area of Forest Steppe of Ukraine.....	98
Mashchenko Yu.V., Sokolovska I.M. Yield and productivity of winter wheat depend on the fertilizer system and biopreparation	108
Mynkin M.V., Mynkina G.O. Bioenergetic assessment of agrotechnical factors for growing soybeans in repeated crops under irrigation in the conditions of Southern Ukraine.....	119
Mischenko O.V., Pospelov S.V. Productivity of the first year of vegetation pale purple coneflower (<i>Echinacea palida</i> (Nutt.) Nutt.) depending on seedling cultivation method	125
Mostypan O.V., Grabovskiy M.B. The influence of herbicides on the formation of grain yield and quality indicators of soybean varieties	132
Motsnyi I.I., Fait V.I. Inheritance of grain quality indicators in the creation of introgressive starting material of soft winter wheat	142

Nazarchyk O.P. The influence of basic soil tillage on the formation of plant biometric parameters and yield of chamomile in Polissya of Ukraine.....	155
Naumov Ye.O. Duration of the growing season of corn hybrids of different maturity groups depending on the rates and forms of nitrogen fertilizer application	161
Perebora O.P., Shchetyna S.V. Economic and biological assessment of indeterminate tomato hybrids for growing in winter greenhouses	167
Pysarenko N.V., Zakharchuk N.A. Identification of potato source material by inheritance of economically valuable traits and level of heterosis in the conditions of Central Polissya of Ukraine	174
Poberezhna L.V. Influence of extra-root nutrition and seed inoculation on symbiotic and grain productivity of chickpea.....	192
Popova L.M., Latiuk G.I. Specifics of fruiting of cherry tomato hybrids in the conditions of the Ukrainian Southern Prairie.....	197
Rybalchenko A.M., Kosenko V.Yu. Influence of pea seeding rates on the formation of structural elements and grain yield	204
Tkachuk O.P., Verhelis V.I. Influence of fertilizers on indicators of the agro-ecological condition of the soil	210
Ulyanich O.I., Shevchuk K.M. The yield of chicory endive depends on the growing terms in the Southern Steppe of Ukraine.....	224
Tslyiuryk O.I., Izhboldin O.O., Paschenko N.O. Productivity of table grape varieties under the Ukrainian North Steppe conditions	231
Tslyiuryk O.I., Solohub I.M. Growth regulators in corn crops of the Northern Steppe of Ukraine	237
Shvydchenko K.R., Gentosh D.T. Harmfulness of spots of <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine	248
Shepel A.V. Productivity of tomatoes depends on the background of food and plant thickening with drip irrigation in Southern Ukraine	258
ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS	265
Bernatskyi A.O., Borshchenko V.V. Indicators of productivity and milk composition of dairy cows in different grazing seasons depending on the daily supply of grass: overview.....	265
Vozniuk R.R., Sychov M.Yu. Energy and nutrient digestibility of fermented soybean meal EP500 for clary catfish (<i>Clarias Gariepinus</i>)	274
Holubenko T.L., Chudak R.A., Skoromna O.I., Razanova O.P., Ohorodnichuk H.M., Hlavatchuk V.A. Productivity and breeding value of cows dairy breeds of Ukrainian and foreign breeding.....	281
Zasukha L.V. Method of manufacturing premises for pigs from straw blocks	290
Kalinka A.K., Lesyk O.B., Stadnytska O.I. A new hyperintensive population of beef simmentals in the Carpathian region of Bukovina	296
Kalinka A.K., Lesyk O.B., Shpak L.V., Korkh I.V., Prylipko T.M. Breeding of heves of the new population bukovina zonal type of meat komolo simmental livestock at different winter months of birth in the footland zone of the Carpathian region of Bukovina.....	306

Maslov V.I., Lymar V.O., Ivanov V.O., Onyshchenko A.O. Development of methods for the disposal of liquid manure in the pig complex	315
Prylipko T.M., Koval T.V. Exchange of sulfur in sheep depending on genetic characteristics and method of maintenance.....	321
Sakhatska E.A., Chernyshov I.V., Ushakova S.V. Analysis of meat properties of mechanical shell as a processing object	326
MELIORATION AND SOIL FERTILITY	332
Kalantyr V.O. Main nutrients content in the grain and straw of durum winter wheat depending on the fertilizer.....	332
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	338
Almashova V.S. Ecological analysis of the impact of the ironic activity of the public joint-stock company “Kherson heat and power plant” on the component of the environment city of Kherson.....	338
Andreichenko S.V., Didenko I.A., Amber A.Yu. GIS-technologies – a modern tool for environmental management	345
Zadorozhnyi M.V. Peculiarities of hardening of fry of claria catfish (<i>Clarias gariepinus</i>) for cultivation in natural conditions of Northern Ukraine	352
Kovka N.S. The importance of biodiversity and ecological intensification as innovative approaches to increasing the sustainability of agroecosystems	357
Korniyenko V.I., Voitsitskiy V.M., Khyzhnyak S.V., Midyk S.V., Dudchenko N.Ya., Poltavchenko T.V. The role of the adaptability of biota in forming the reliability of ecosystems	366
Melnyshenko S.H., Bohadorova L.M., Okhremenko I.V. Study of foreign practices of preventing the water bodies eutrophication: experience for Ukraine.....	372
Rybak O.S., Tsyhanenko-Dziubenko I.Yu., Patseva I.H. Industrial wastewater treatment with swamp plants on the roof.....	378
Tsos O.O., Boiaryn M.V., Voloshyn V.U., Muzychenko O.S. Assessment of the environmental state of surface waters of the Stokhid river by Macrophyte Index MIR.....	387

Таврійський науковий вісник

Випуск 132

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 09.10.2023 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 32,83. Зам. № 0923/593

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.