

УДК 633.85:631.811

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.19>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У СИСТЕМІ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН СОНЯШНИКУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

**Сидякіна О.В.** – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Пауленко С.Г.** – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Соняшник – головна олійна культура в Україні, яка відіграє велике народногосподарське значення та серед усіх олійних культур забезпечує найбільший умовний вихід олії з гектара посіву. Підвищення продуктивності соняшнику є актуальним завданням сучасного землеробства України, розв'язати яке можливо за використання в системі живлення рослин комплексних мікродобрив. Нині обсяги внесення органічних добрив є надзвичайно низькими, а саме вони є джерелом поповнення ґрунту мікроелементами, що доводить велике значення мікродобрив у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику. Оптиміальне забезпечення рослин мікроелементами чинить стимулюючий ефект, прискорює ріст і розвиток рослин, запобігає ураженню хворобами, підвищує стійкість рослин до несприятливих чинників зовнішнього середовища. Найбільш необхідними для рослин соняшнику є такі мікроелементи, як бор (В), молібден (Мо), манган (Мп), мідь (Сu) і цинк (Zn). Бор бере участь у процесах запилення, запліднення, регулювання білкового та вуглеводного обмінів речовин у рослині; молібден – у формуванні кореневої системи та в процесах азотного обміну. Встановлено високу ефективність сумісного застосування бору й молібдену, що забезпечує синергічну дію мікроелементів у процесах живлення рослин соняшнику. Манган відповідає за оптиміальне співвідношення надземної маси й кореневої системи рослин. За його дефіциту розвиток кореневої системи уповільнюється, а надземна маса інтенсивно наростає, головню завдяки витягуванню стебла у висоту. Стебло водночас стає ламким, а рослини легко уражуються інфекційними хворобами. Мідь активізує окисно-відновні процеси в рослинах, зокрема посилює процеси фотосинтезу, сприяє утворенню хлорофілу, покращує вуглеводний та азотний обмін, підвищує стійкість рослин до грибкових і бактеріальних хвороб. Цинк відповідає за формування кореневої системи, синтез хлорофілу та вітамінів у рослинах, підвищує захисну здатність рослин до температурних стресів, покращує плодоношення. Мідь, цинк і бор нівелиють негативну дію надмірних норм азотних добрив, які здебільшого знижують олійність насіння соняшнику. Встановлено важливу роль сумісного застосування мікроелементів, коли проявляються синергізм і посилення каталітичних властивостей. Оптиміальне забезпечення рослин композиціями мікроелементів дає змогу цілеспрямовано регулювати процеси росту й розвитку рослин і підвищувати їхню продуктивність. Найбільш ефективним способом застосування мікродобрив є проведення позакорневих підживлень посівів у періоди формування 3–4 і 8–10 листків.

**Ключові слова:** соняшник, мікроелементи, мікродобрива, урожайність, олійність насіння.

**Sydiakina O.V., Pavlenko S.H. Efficiency of application of microelements in the nutritional system of sunflower plants (literature review)**

Sunflower is the main oil crop in Ukraine, which plays an important economic role and provides the highest conditional oil yield per hectare of crop among all oilseeds. Improving the productivity of sunflower is an urgent task of modern agriculture in Ukraine, which can be solved by using complex micronutrient fertilizers in the plant nutrition system, especially sunflowers. At the moment, the amount of organic fertilizers is extremely low, however they are a source of soil replenishment with microelements, which proves the importance of micronutrient fertilizers in growing crops technologies, especially sunflower. Optimal provision of plants with microelements has a stimulating effect, it accelerates plant growth and development, prevents diseases, increases plant resistance to the adverse environmental impact. The most essential trace elements for sunflower plants are boron (B), molybdenum (Mo), manganese (Mn), copper (Cu), zinc (Zn). Boron is involved in the processes of pollination, fertilization, regulation of protein

*and carbohydrate metabolism in the plant; molybdenum participates in the formation of the root system and in the processes of nitrogen metabolism. High efficiency of joint application of boron and molybdenum is established, it provides synergistic action of microelements in the processes of sunflower plant nutrition. Manganese is responsible for the optimal ratio of underground and aboveground mass of plants. Its deficiency slows down the development of the root system, and the aboveground mass increases intensively, mainly due to the extension of the stem in height. The stem becomes brittle, and the plants are easily affected by infectious diseases. Copper activates redox processes in plants, in particular it enhances photosynthesis, promotes the formation of chlorophyll, improves carbohydrate and nitrogen metabolism, increases plant resistance to fungal and bacterial diseases. Zinc is responsible for the formation of the root system, the synthesis of chlorophyll and vitamins in plants, it increases the protective ability of plants to temperature stress, improves fruiting. Copper, zinc and boron offset the negative effects of excessive rates of nitrogen fertilizers, which in most cases reduce the oil content of sunflower seeds. The study established an important role of joint application of microelements when synergism and strengthening of catalytic properties are visible. Optimal provision of plants with micronutrient compositions allows for purposeful regulation of the processes of plant growth and development and increases their productivity. The most effective way to apply micronutrient fertilizers is to carry out foliar fertilization of crops in the periods of formation of 3–4 and 8–10 leaves.*

**Key words:** sunflower, microelements, microfertilizers, yield, oil content of seeds.

**Постановка проблеми.** Соняшник є основною олійною культурою в Україні. Він має велике народногосподарське значення та за своєю цінністю не поступається таким експортно-орієнтованим культурам, як пшениця, кукурудза та соя. Насіння сучасних сортів і гібридів соняшнику містить понад 50% олії з високими харчовими та смаковими якостями, завдяки чому ця культура, порівняно з іншими олійними культурами, забезпечує найбільший умовний вихід олії з гектара посіву. Частка соняшникової олії від загального виробництва олій в Україні становить близько 98% [1, с. 369].

За переробки насіння соняшнику на олію одержують 30–35% шроту, що містить до 40% протеїну та є висококонцентрованим білковим кормом для худоби, а також 20% лушпиння – цінної сировини для промислового виробництва спирту, кормових дріжджів тощо [2, с. 32; 3, с. 33].

Із зібраних кошиків одержують пектин, що використовують у кондитерській промисловості [4, с. 193]. Кошки соняшнику можна також силосувати для згодовування тваринам, зокрема великій рогатій худобі та вівцям. Вони містять 6,2–9,9% протеїну, 3,5–6,9% олії, 43,9–54,7% безазотистих екстрактивних речовин та 13,0–17,7% клітковини. Із кошиків соняшнику можна виготовляти борошно, що характеризується однаковою поживністю із пшеничними висівками. 1 ц такого борошна прирівнюється до 80–90 кг вівса та 70–80 кг ячменю [5, с. 110].

Соняшник належить до культур, які добре відвідують бджоли. Його цвітіння триває понад два тижні, проте комах-обпилювачів квітки соняшнику приваблюють тільки в перші 5–10 днів. Запилення посівів бджолами значною мірою сприяє збільшенню врожайності насіння. Наприклад, за розміщення до 0,25 бджолоїної сім'ї на 1 га посіву врожайність становить 11,8 ц/га, 0,7–1,0 бджолоїної сім'ї – 16,7 ц/га. Медопродуктивність гектара посіву соняшнику в період його цвітіння становить 25–30 кг [6, с. 144].

Отже, підвищення продуктивності соняшнику є актуальним завданням сучасного землеробства України, що пов'язано з універсальністю його використання, високими харчовими та смаковими якостями насіння й олії, економічною привабливістю виробництва. Одним з ефективних шляхів розв'язання цього завдання є використання в системі живлення рослин комплексних мікродобрив, що дасть змогу за відносно низьких витрат значно підвищити врожайність і поліпшити якість насіння соняшнику та продуктів його переробки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Формування високих рівнів урожаїв сільськогосподарських культур значною мірою пов'язане із застосуванням добрив. Досвід передових господарств України свідчить про те, що використання в агротехнологіях тільки макродобрив або високих норм азоту не дає змоги досягти бажаних результатів, і особливо в напрямі одержання рослинницької продукції високої якості. Велике значення у розв'язанні цієї проблеми відіграють мікродобрива, й особливо ті форми, до складу яких входять фізіологічно активні речовини (фітогормони, аміно- і карбонові кислоти) та допоміжні сполуки, що пом'якшують воду, регулюють рН, знижують піноутворення, запобігають швидкому випаровуванню з листової поверхні, змиванню опадами тощо. До таких добрив, або добрив нового покоління, відносять хелатні форми мікродобрив, асортимент яких сьогодні перевищує 500 найменувань [7, с. 4].

За умов інтенсивного ведення землеробства підвищення врожайності вирощуваних культур супроводжується і збільшенням виносу з ґрунту елементів живлення. Одночасно з макроелементами виноситься й низка мікроелементів, які нині нічим не компенсуються. Обсяги внесення органічних добрив сьогодні є надзвичайно низькими, а саме вони є джерелом поповнення ґрунту мікроелементами [8, с. 30; 9, с. 152; 10, с. 112].

За достатньої кількості в ґрунті доступних мікроелементів рослини спроможні синтезувати ферменти та більш ефективно використовувати елементи живлення з ґрунту й добрив. Дефіцит мікроелементів негативно позначається на процесах росту й розвитку рослин, спричиняє низку захворювань, знижує врожайність і погіршує якість рослинницької продукції, а інколи взагалі може призводити до загибелі посівів [11, с. 136; 12, с. 12].

Мікроелементи є складовою частиною ферментативних систем, які, зі свого боку, є біологічними каталізаторами, що синтезуються, підвищують активність і координують біохімічні процеси в рослинах. Завдяки стимулюючому ефекту мікроелементи прискорюють розвиток рослин, підвищують їхню стійкість до несприятливих чинників зовнішнього середовища, запобігають розвитку й поширенню хвороб тощо [13, с. 256]. Найбільш необхідними для рослин соняшнику є такі мікроелементи, як бор (В), молібден (Мо), манган (Мп), мідь (Cu) і цинк (Zn). Їхня рухомість по ґрунтовому профілю й доступність для рослин зумовлюються низкою чинників, зокрема кількісним і якісним складом органічної речовини ґрунту, показником кислотності, гранулометричним і мінералогічним складом, наявністю у ґрунті півтораоксидів тощо [14, с. 16; 15, с. 62].

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу сільськогосподарських культур важливу роль відіграє сумісне застосування мікроелементів, яке проявляється в синергізмі та посиленні каталітичних властивостей. Здебільшого саме композиції мікроелементів спроможні цілеспрямовано регулювати процеси росту й розвитку рослин, підвищувати їхню продуктивність і поліпшувати показники якості вирощеної продукції [16, с. 67; 17, с. 55; 18, с. 33; 19, с. 230].

Соняшник належить до малочутливих культур щодо зміни реакції середовища ґрунтового розчину. Одночасно значення показника рН понад 7,0 негативно позначається на процесах росту й розвитку культури, адже за такої реакції бор стає недоступним для засвоєння рослинами, а він серед інших мікроелементів відіграє найбільшу роль у технології вирощування соняшнику. Цей мікроелемент бере участь у процесах запилення, запліднення, регулювання білкового та вуглеводного обміну речовин у рослині.

Основну кількість бору (70–80%) рослини засвоюють у період між фазою трьох пар листків до появи бутонів квіток. Потреба в борі в соняшнику досить висока й становить близько 65 г на 1 тонну врожаю. Її важко задовольнити в занадто посушливих умовах, на погано оструктурених і ущільнених ґрунтах. Профілактичне внесення борних мікродобрив до настання посухи й високих температур сприяє зниженню інтенсивності дихання рослин, запобігає активному випаровуванню води та підвищує стійкість рослин до посухи. Ознаки дефіциту бору на посівах соняшнику проявляються в затриманні росту рослин; деформації молодих листків, по краях яких утворюються пухирцеві викривлення; появи тріщин на стеблі, яке стає ламким; можливого формуванні бічних стебел. У разі сильного дефіциту бору можливе відмирання точок росту; порушуються процеси утворення квіток; відбувається деформація кошиків, у яких наявні тільки стерильні квітки; знижується кількість насінин у кошику, їхній розподіл по кошику є нерівномірним; у центральній частині кошику насіння може взагалі не формуватися.

Одночасно з бором рекомендовано забезпечувати рослини соняшнику молібденом. Обидва мікроелементи чинять синергічну дію на процеси живлення рослин. Безпосередньо молібден бере активну участь у формуванні кореневої системи та в процесах азотного обміну. Нестачу молібдену можна діагностувати за молодими листками рослин, на яких починаючи з країв проявляється міжжилковий хлороз. Вузькі смужки вздовж головних жилок листка залишаються темно-зеленого забарвлення [20].

Ефективність регуляторів росту третього покоління Стимпо і Регоплант на посівах соняшнику вивчали на техноземних ґрунтах Червоноградського гірничо-промислового району (ЧГПР) Львівщини. Різняться ці регулятори росту за вмістом мікроелементів бору й молібдену, у складі Стимпо їх немає. У результаті цього вплив Регопланту був більш ефективним. Дослідження полягали у вивченні ефективності модифікованого Стимпо, з додаванням бору й молібдену, а саме борної кислоти та молібдату амонію з розрахунку 20 мг/л. За результатами досліджень було встановлено, що модифікація Стимпо з бором або молібденом за дією майже не поступалась Регопланту. За додавання відразу обох мікроелементів спостерігали їхню синергічну дію на морфометричні показники проростків соняшнику [21, с. 144–145].

Результати досліджень, проведених у країнах Східної Європи, засвідчують, що дефіцит молібдену може бути критичним для посівів соняшнику, а тому внесення молібденових добрив виявляє високу ефективність і суттєво підвищує продуктивність рослин. Наприклад, у Румунії внесення молібдену забезпечує приріст урожайності насіння на рівні 4–7% [22].

У процесах засвоєння рослинами соняшнику азоту важливу роль відіграє манган (Mn). Його дефіцит призводить до інтенсивного наростання надземної маси рослин за одночасно недостатнього розвитку кореневої системи. Стебло витягується у висоту і стає ламким, а рослини – більш чутливими до різноманітних інфекцій. Найбільша потреба в мангані проявляється у фазі 1–2 пар листків і бутонізації [20].

Манган легко засвоюється рослинами. Він не утворює з'єднань з органічними сполуками й локалізується у формі катіонів у тканинах та ексудатах ксилеми [23, с. 346]. Найбільша кількість мангану зосереджена в молодих органах рослин, а тому саме на них насамперед проявляються ознаки дефіциту цього мікроелемента. На молодих листках з'являється плямистий хлороз, старі листки водночас можуть не уражатися й залишатися без жодних змін. Іншим проявом дефіциту

мангану є уповільнення росту рослин і формування тонкого стебла внаслідок його витягування у висоту. Нестача мікроелемента проявляється на піщаних або погано оструктурених ґрунтах, на ґрунтах із високим вмістом калію, у тривалі періоди вологої та прохолодної погоди [20; 22].

Як нестача, так і надлишок мангану несприятливо позначаються на посівах сояшнику. Токсична дія надмірної кількості мікроелемента проявляється в ураженні рослин хлорозом, появі темних некротичних плям на листках і нерівномірному розподілі хлорофілу в зрілих листках [23, с. 347].

Важливим мікроелементом у живленні рослин сояшнику є мідь (Cu). Разом із манганом вона входить до складу ферментів, активізує окисно-відновні процеси в рослинах, зокрема посилює процеси фотосинтезу, сприяє утворенню хлорофілу, покращує вуглеводний та азотний обміни, підвищує стійкість рослин до грибкових і бактеріальних хвороб. Достатня забезпеченість рослин цим мікроелементом сприяє збільшенню вмісту олії в насінні сояшнику [24, с. 151]. Дефіцит міді схожий до нестачі кальцію та проявляється у зміні забарвлення молодих листків від світло-зеленого до білого кольору [20]. Він негативно позначається на синтезі білків, жирів, вітамінів, уповільнює процеси фотосинтезу та засвоєння рослинами азоту, знижує здатність рослин утримувати вологу. Одночасно надлишок міді токсично впливає на рослини сояшнику й чинить мутагенну дію на організм людини, яка споживає сояшникову продукцію [25, с. 188–189; 26, с. 195; 27, с. 182].

Цинк (Zn) бере активну участь у формуванні кореневої системи, синтезі хлорофілу та кількох вітамінів у рослинах, підвищує захисну здатність рослин до температурних стресів, зокрема до низьких температур і різких їх перепадів, та поліпшує плодоношення. Дефіцит цинку можна діагностувати за вузькими молодими листками та їхніми деформованими краями, ріст і розвиток рослин водночас сповільнюються [20].

За вирощування сояшнику на ґрунтах чорноземного типу цинк є найбільш дефіцитним мікроелементом. Одночасно його надлишок може призводити до помітного зниження в рослинах вмісту заліза, тобто у процесі поглинання проявляється антагонізм іонів, конкуренція між  $Zn^{2+}$  та  $Fe^{2+}$  [11, с. 136; 23, с. 346].

За результатами досліджень із вивчення динаміки накопичення мікроелементів у листках сояшнику встановлено, що вони накопичуються в такому порядку:  $Fe > Al > Mn > Sr > Zn > Cu$ . Максимальний вміст заліза випадає на періоди бутонізації та масового цвітіння, алюмінію – масового цвітіння, мангану – бутонізації та плодоношення, цинку – на період бутонізації [28, с. 219].

Основним показником якості насіння сояшнику є його олійність. Вона залежить від низки чинників, серед яких найбільший вплив мають густина стояння рослин і рівень азотного живлення. За внесення надмірних норм азотних добрив олійність насіння суттєво знижується. Нівелювати негативну дію макродобрив дає можливість оптимальне забезпечення рослин сояшнику мікроелементами, зокрема такими, як мідь, цинк і бор [18, с. 29].

Найкращим способом задовольнити потреби рослин у мікроелементах є проведення позакореневих підживлень посівів мікродобривами. Мікроелементи значно швидше засвоюються листовою поверхнею, ніж кореневою системою рослин. Водночас відбувається збалансоване забезпечення рослин усіма макро- й мікроелементами. Найкращим терміном проведення позакореневих підживлень посівів сояшнику мікродобривами є період від 3 до 10 листків. За даними наукових досліджень, рекомендовано підживлювати посіви у два етапи: період 3–4 і 8–10 листків. Результати проведених досліджень засвідчують, що проведення

позакореневих підживлень мікродобривами в умовах Лісостепу підвищує врожайність насіння соняшнику на 7–12% [22].

**Висновки і пропозиції.** Соняшник є основною олійною культурою в Україні. За площами посівів серед олійних культур та умовним виходом олії з гектара посіву він посідає лідируючі позиції. Одночасно рівень урожайності насіння нині перебуває на недостатньому рівні, що потребує вдосконалення сучасних агротехнологій вирощування культури. Розв'язати зазначену проблему можливо шляхом оптимізації живлення рослин завдяки збалансованому забезпеченню їх мікроелементами.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шарковська С.В. Теоретичні засади розвитку ринку соняшнику в Україні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес.* 2017. Вип. 260. С. 367–374.
2. Лабейко М.А., Литвиненко О.А., Любченко Н.М., Гладкий Ф.Ф. Деякі аспекти щодо гідролізу хлорогенової кислоти, отриманої зі соняшникового шроту. *Інтегровані технології та енергозбереження.* 2019. Вип. 2. С. 32–37.
3. Гавілей О.В., Панькова С.М., Катеринич О.О., Полякова Л.Л. Вплив заміни соєвого шроту на соняшниковий у раціоні курчат-бройлерів на їх ріст і розвиток. *Вісник аграрної науки.* 2020. 98 (12). С. 32–40.
4. Соколова О.О., Гонтова Т.М., Гонтова Т.Н., Котова Е.Е. Вивчення пектину з кошиків соняшника однорічного. *Теоретичні та практичні аспекти дослідження лікарських рослин: матеріали III Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції.* Харків, 26–28 листопада 2018 р. Харків : НФаУ, 2018. С. 193–195.
5. Гуска С.В. Урожайність соняшнику залежно від використання біопрепаратів та мікродобрив. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти : матеріали IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції.* Полтава, 18 грудня 2020 р. Полтава, 2020. С. 110–113.
6. Дімітров І.С., Чорна Т.С. Роль медоносних бджіл у запиленні польових рослин. *Збірник наук. пр. маг. та ст.: МТФ.* Мелітополь. 2020. С. 143–144.
7. Філон В.І. Мікродобрива : довідник. Харків, 2018. 242 с.
8. Мельник В.І., Романашенко О.А., Циганенко М.О., Фесенко Г.В., Калужний О.А., Качанов В.В., Романашенко І.О. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти. *Науковий журнал «Інженерія природокористування».* 2020. № 3 (17). С. 29–34.
9. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O., Kudrina V.S., Sydiakina O.V. Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science.* New York. TK Meganom LLC. 2020. № 6 (42). P. 149–176.
10. Чабан В.І., Подобед О.Ю. Надходження мікроелементів у ґрунт з побічною продукцією сільськогосподарських культур у сівозмінах зони Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2015. № 8. С. 112–117.
11. Капустіна Г.А. Динаміка вмісту мікроелементів у ґрунті і листі соняшника за тривалого удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство.* 2014. Вип. 81. С. 133–137.
12. Трахтенберг І.М., Чекман І.С., Линник В.О., Каплуненко В.Г., Гуліч М.П., Білецька Е.М., Шаторна В.Ф., Онул Н.М. Взаємодія мікроелементів: біологічний, медичний і соціальний аспекти. *Вісник НАН України.* 2013. № 3. С. 11–20.
13. Гуменок Г.Б., Волошин О.С., Ясній М.М. Вміст важких металів та шляхи їх міграції в агроландшафтах Тернопільської області. *Science and society. Proceedings of the 8th International conference.* Hamilton, Canada, 2018. С. 255–263.

14. Анісімова Л.М. Роль мікроелементів у живленні сільськогосподарських культур. *Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку Третього тисячоліття: зб. матеріалів IV науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів*. Докучаєвське, Старобільськ, 14 листопада 2019 р. Харків : ФОП Бровін О.В., 2019. С. 16–19.

15. Захарченко Е.А., Мартиненко В.М. Проблема зниження вмісту мікроелементів у ґрунтах Сумської області. *Гончарівські читання: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Суми, 25–26 травня 2017 р. Суми, 2017. С. 62–64.

16. Покопцева Л.А., Богославський Є.В. Продуктивність соняшнику гібриду Андромеда за дії мікроелементів в умовах Степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*. Миколаїв, 16–18 жовтня 2019 р. Миколаїв, 2019. С. 66–67.

17. Домарацький О.О., Сидякіна О.В., Іванів М.О., Добровольський А.В. Біопрепарат нового покоління групи Хеладіт у технології вирощування гібридів соняшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 51–56.

18. Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Базалій В.В., Пічура В.І., Домарацький О.О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення: монографія. Херсон : Олді-плюс, 2020. 160 с.

19. Гамаюнова В.В., Кудріна В.С. Формування продуктивності соняшнику під впливом позакоренових підживлень сучасними біопрепаратами в умовах Південного Степу України. *AGROLOGY*. 2020. Вип. 3. С. 225–231.

20. Гончарова І. Мінеральне живлення соняшника. Мікроелементи. 2020. URL: <http://vnis.com.ua/useful-information/advice-to-the-agronomist/Mineralne-zhivlennia-Microelementi>.

21. Макогоненко С.Ю., Баранов В.І. Модифікація дії регулятора росту Стимпо на рослини соняшнику за їх росту на технозомах з додаванням бору і молібдену. *Сьогодні біологічної науки: матеріали II Міжнародної наукової конференції*. Суми, 9–11 листопада 2018 р. Суми : ФОП Цьома С.П., 2018. С. 144–145.

22. Юник А.В., Трифонов І.В. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств. *Агрономія сьогодні*. 16 грудня 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-z-unesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html>.

23. Гащисин В.Р., Пацула О.І., Терек О.І. Накопичення важких металів у рослинах *Brassica napus L.* і *Helianthus annuus L.* під впливом солей цинку та регулятора росту трептолему. *Фізіологія рослин і генетика*. 2014. Т. 46. № 4. С. 343–350.

24. Прокопенко С.М., Міцай С.Г., Пономаренко О.О., Несін І.В., Крохмаль О.І., Безверхий В.Г., Согник І.І., Шарубіна О.В., Шевченко Г.О., Кохан О.М. Уміст мікроелементів в ґрунтах Сумської області. *Охорона ґрунтів*. 2020. Вип. 10. С. 148–153.

25. Голубенко І.А., Савельєва О.М., Попович О.Б. Особливості вирощування соняшнику в умовах Півдня України. *Охорона ґрунтів*. 2020. Вип. 10. С. 184–191.

26. Бакун В.Р., Пацула О.І., Терек О.І. Інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у рослин соняшнику і ріпаку за дії трептолему в умовах токсичного впливу іонів цинку та міді. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2011. Вип. 55. С. 194–200.

27. Соколова О.О. Вивчення динаміки накопичення елементів у кошиках соняшника однорічного. *Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології*. 2014. Вип. 2. С. 178–184.

28. Соколова О.О., Гонтова Т.М. Вивчення динаміки накопичення елементів у листках соняшника однорічного. *Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології*. 2013. Вип. 6. С. 216–221.