

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ПОЛИВУ І ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ У ПОСУШЛИВОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. О. Лавриненко<sup>1</sup>, М. О. Іванів<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут зрошуваного землеробства НААН, сел. Наддніпрянське, Херсон, Херсонська область, 73483, Україна

<sup>2</sup>Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», вул. Стрітенська, 23, м. Херсон, 73000, Україна

Наведені результати досліджень урожайності, адаптивної здатності сучасних вітчизняних гібридів кукурудзи та їх вологозабезпеченості за різних способів поливу (дощування звичайне, краплинне зрошення, підґрунтове зрошення та без зрошення) в умовах посушливого Степу. Встановлено адаптованість гібридів різних груп ФАО до технології вирощування за певного рівня вологозабезпечення.

Дослідження урожайності гібридів за різних способів поливу та без зрошення в посушливому Степу дали можливість з'ясувати параметри їхньої адаптованості до конкретних агроекологічних і технологічних умов та надати відповідні рекомендації виробництву з вирощування.

Гібриди кукурудзи найвищу урожайність формували за умов краплинного зрошення. Зменшення урожайності за інших способів поливу було в межах від 0,41 до 2,35 т/га. Найкращими результатами за краплинного зрошення відзначались середньопізні гібриди – Арабат і ДН Софія – середня урожайність становила відповідно 15,23 та 15,78 т/га і була вищою на 1,02–2,35 т/га, ніж за інших способів поливу.

В умовах зрошення потрібно впроваджувати гібриди кукурудзи з генетично запрограмованою реакцією на умови вирощування (режим вологості ґрунту, мінерального живлення, спосіб поливу). У разі порушення вологозабезпеченості посівів кукурудзи мають місце значні втрати зернової продукції, особливо це стосується гібридів пізньостиглої групи.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, зрошення, адаптивність, посухостійкість, зерно, селекція.

За останні десятиліття урожайність зернових культур у світовому масштабі значно збільшилась переважно за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортового складу, підвищення потенціалу продуктивності генотипів, адаптивності до різних агро-екологічних чинників, толерантності до стресових факторів біотичного та абіотичного походження. Це свідчить про важливість селекційно-генетичних розробок, які, за результатами досліджень провідних вчених, забезпечують основний приріст урожайності та валових зборів зерна в умовах сьогоден-

ня [1, 2].

Україна має потужний потенціал з виробництва зерна. Тому нині важливим напрямом наукового забезпечення галузі рослинництва є створення сортів і гібридів з високою генетичною стійкістю до біотичних і абіотичних факторів середовища [3, 4].

За економічними показниками аграрного сектору Україна невдовзі може посісти почесне місце серед провідних розвинених країн світу. Зокрема, стрімкі темпи росту виробництва зерна кукурудзи зумовлені вагомими зрушеннями в області генетики і но-

### Інформація про авторів:

Юрій Олександрович Лавриненко, доктор с.-г. наук, професор, головний науковий співробітник відділу селекції, e-mail: lavrin52@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Микола Олександрович Іванів, канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри механізації, e-mail: office@ksau.kherson.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4793-6194>

вітніми технологічними розробками [5, 6].

Селекціонерами України створені гібриди кукурудзи (*Zea mais* L.) з досить високим рівнем адаптивності до умов конкретних агроекологічних зон і технологій. Їх впровадження у виробництво уможливило підвищити урожайність зерна за останні десяти-

ліття з 2,62 до 7,80 т/га і випередити за цим показником в 2018 р. країни Євросоюзу (рис. 1, 2). Завдяки впровадженню інноваційних гібридів Україна ввійшла в шістку основних виробників зерна кукурудзи у світі і в п'ятірку експортерів [7, 8].

Фундаментальним завданням подаль-

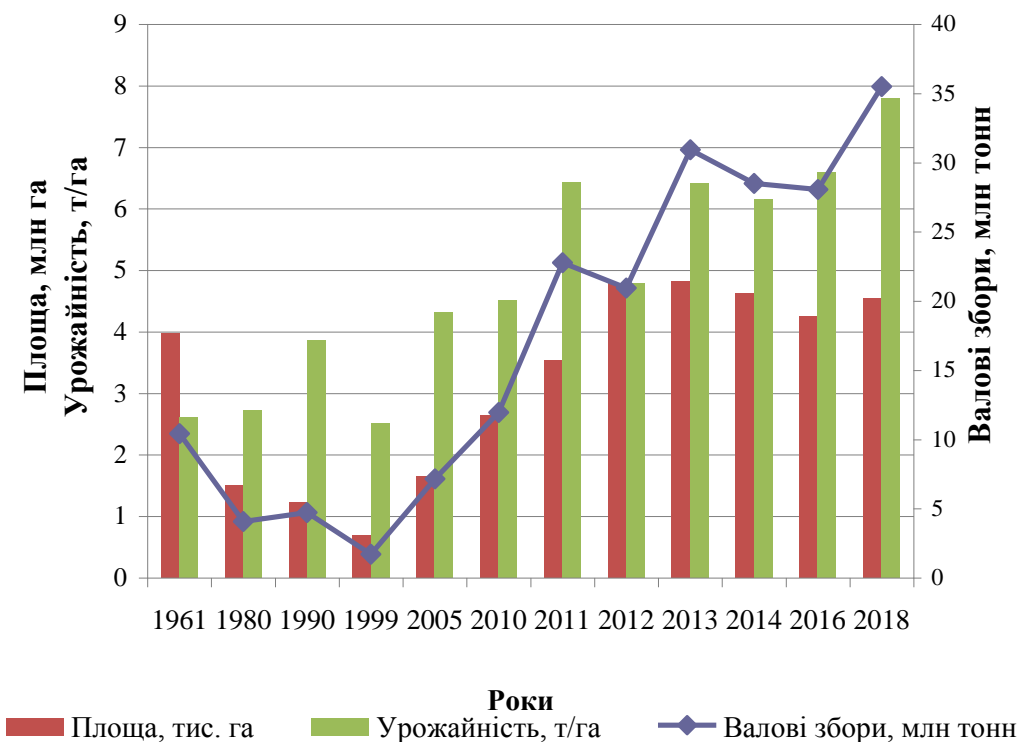


Рис. 1. Динаміка виробництва зерна кукурудзи в Україні [7, 8].

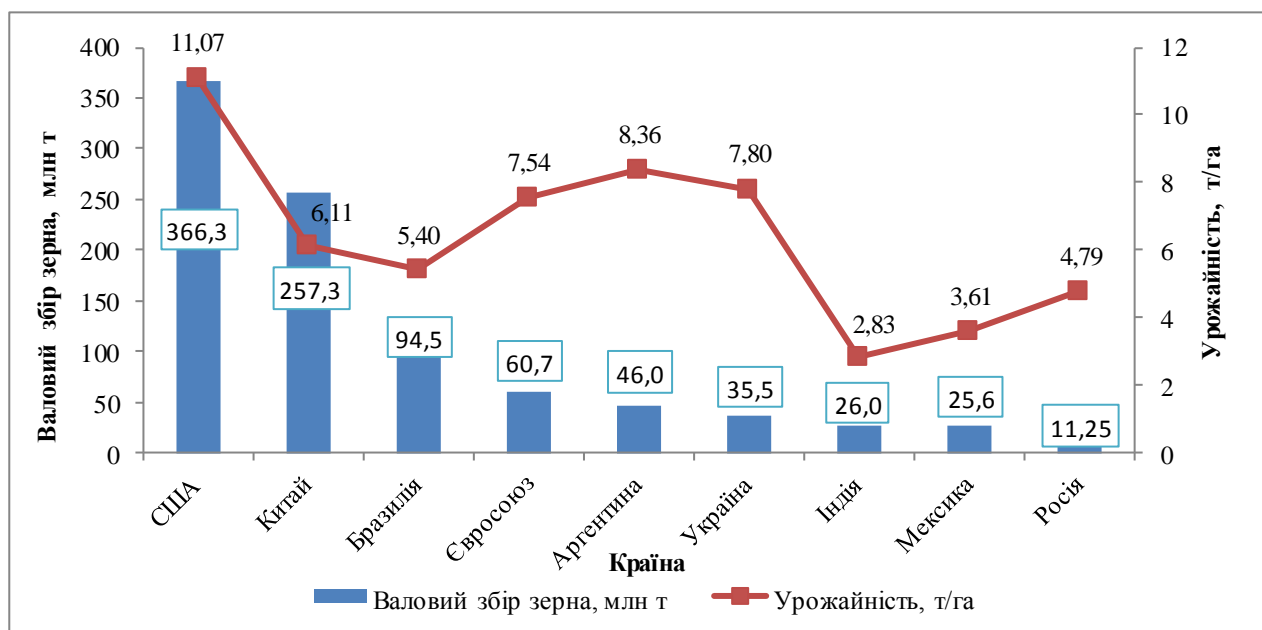


Рис. 2. Валові збори та урожайність кукурудзи основних світових виробників зернової продукції (2018 р.) [7, 8].

шого підвищення урожайності та розширення ареалу кукурудзи є впровадження у виробництво гібридів добре адаптованих до умов певних географічних зон і пристосованих до конкретних технологій. В цьому напрямі аналітичних досліджень моделі адаптивності мають першочергове значення для поширення культивнів в кліматичних зонах, і в цьому сенсі їм навіть надається перевага порівняно з гетерозисними моделями продуктивності [9].

Важливу роль у підвищенні урожайності та поліпшенні якості зерна відіграє правильний добір гібридів для вирощування в умовах виробництва. Як відомо, високопродуктивні гібриди виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин, витрачають багато води, тому вимагають відповідної агротехніки вирощування. Якщо такі умови відсутні, то потенційно більш продуктивний гібрид не тільки не переважає, але й може поступатись за врожайністю іншому, менш продуктивному, проте і менш вимогливому до умов вирощування. Саме тому слід дотримуватись диференційованого підходу до виробничого використання гібридів відповідної технологічної групи зі специфічною адаптивністю до агроecологічних факторів [10, 11].

Земельні ресурси півдня України досить різноманітні за структурою ґрунтового покриву, кількістю опадів, гідротермічним коефіцієнтом (ГТК), сумою ефективних температур, рельєфом місцевості. У межах південного регіону виділено дві агроecологічні зони: південний Степ (ГТК  $v_{-ix}$  0,61–0,66) і посушливий Степ (ГТК  $v_{-ix}$  0,56–0,60 [12]. Тому, незважаючи на достатньо високий потенціал родючості ґрунтів і теплового режиму, розширення посівних площ кукурудзи стримується нестачею атмосферних опадів.

Однак слід відзначити, що штучне зрошення зумовлює підвищення продуктивності кукурудзи, поліпшення мікроклімату фітоценозу, ефективніше використання біокліматичного потенціалу. Розроблені технології вирощування кукурудзи за різних режимів зрошення уможливають краще розкрити генетичний потенціал продуктивності гібридів [13].

На півдні України у виробництві поряд з традиційним дощуванням впроваджуються нові способи поливу – краплинне зрошення

та підґрунтове. Ці способи поливу відзначаються високою оперативністю корегування режимів зрошення та живлення, вимагають менших матеріальних витрат (краплинне зрошення), більш надійні і довготривалі (підґрунтове зрошення). Проте не всі сільськогосподарські культури можна вирощувати спираючись на ці способи поливу, до того ж не встановлена сортова (гібридна) реакція на такі елементи технології.

**Мета дослідження** – встановити рівень урожайності і параметри адаптивності сучасних вітчизняних гібридів кукурудзи залежно від способів поливу і вологозабезпеченості в умовах посушливого Степу.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проведені згідно з тематичним планом досліджень Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» за завданням «Реалізація технології вирощування основних сільськогосподарських культур». Польові дослідження виконувались у 2017–2019 рр. в агрофірмі «Сиваське» (Новотроїцький район, Херсонська область), яка функціонує в агроecологічній зоні посушливий Степ і в межах дії Каховської зрошувальної системи, відповідно до загальноприйнятих методик [14, 15].

Об'єктом досліджень були сучасні гібриди кукурудзи вітчизняної селекції різних груп стиглості, які вирощували за різних способів поливу (дощування звичайне, краплинне зрошення, підґрунтове зрошення та без зрошення) для порівняння їхньої реакції на зрошення і посушливі умови. З'ясовували взаємодію генотип - середовище. Диференціацію сортів за урожайністю зерна і стабільністю проводили на підставі найбільш поширеної у світових і вітчизняних дослідженнях методики S. A. Eberhart, W. A. Russell [16]. Визначали коефіцієнт екологічної пластичності  $b_i$  і варіансу стабільності  $S^2_{di}$ . Коефіцієнт посухостійкості встановлювали за співвідношенням урожайності при поливі і без зрошення. Методи – польові, лабораторні, статистичні.

Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий з глибоким рівнем залягання ґрунтових вод. Орний горизонт в межах 0–30 см. Найменша вологоємність 0,7 м шару ґрунту становить 22,0 %, вологість в'янення – 9,7 %

від маси сухого ґрунту. В орному шарі ґрунту міститься гумусу 2,1 %. Агротехніка вирощування гібридів кукурудзи в дослідках була загальноприйнятою для зони півдня України. Попередник – соя.

Основним критерієм планування режиму зрошення була передполивна вологість ґрунту (ПВГ), яку підтримували на рівні 80 % НВ на всіх етапах органогенезу і яка зумовлює біологічно оптимальний режим зрошення кукурудзи [17].

**Результати дослідження.** В посушливій степовій зоні України реалізація потенційної продуктивності гібридів кукурудзи обмежується різними лімітованими факторами і одним з головних – вологозабезпеченість. Адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов зони посушливого Степу, яка характеризується гострим дефіцитом вологи, висо-

кими температурами влітку, довготривалим безморозним періодом, є основною вимогою до гібридів кукурудзи для неполивного землеробства. За таких кліматичних умов високі і стабільні врожаї здатні забезпечити гібриди лише при зрошенні та спеціально створені посухо- і жаростійкі.

В історичному аспекті селекційні досягнення і агротехнічні заходи уможливили значно підвищити рівень урожайності зерна на півдні України. Шляхом ретроспективного аналізу урожайності основних зернових культур в степовій зоні за 130-річний період, що був проведений за звітом «Исторический очерк деятельности Херсонскаго Губернскаго Земства за 1865–1899 гг.» [18] і статистичними даними по Херсонській області, встановлено значне збільшення її рівня за цей період (табл. 1).

### 1. Порівняльна урожайність зернових культур в Херсонській губернії і Херсонській області за 130-річний період

Культура	Урожайність зерна за роками, ц/га			Щорічний приріст урожайності, ц/га	Щорічний приріст урожайності на зрошенні, ц/га
	1887–1891 рр.*	2017–2018 рр.	2017–2018 рр. на зрошенні		
Пшениця озима	6,00	33,9	52,1	0,21	0,34
Ячмінь	5,76	26,5	55,2	0,16	0,36
Кукурудза	6,59	46,5	82,3	0,31	0,58

\* Показники урожайності за 1887–1891 рр. переведені з пудів на десятину в центнери з гектара.

Щорічне підвищення урожайності основних колосових зернових культур (пшениця і ячмінь) становило 21 та 16 кг/га. Урожайність збільшилась за 130 років у 5,65 раз – з 0,600 до 3,39 т/га. За цей період суттєвих змін зазнала технологія вирощування, було запроваджено зрошення в Херсонській області на площі 432 тис. га. Пшениця озима на зрошуваних землях забезпечила ще більшу середню урожайність – 5,21 т/га, що перевищує показники позаминулого століття у 8,7 раз. Найбільші темпи приросту урожайності були по кукурудзі. Щорічне підвищення урожайності зерна становило 31 кг/га, і це відбулося за рахунок впровадження нових сортів (гібридів) та удосконалення технології їх вирощування. Зрошення уможливило реалізувати потенційну урожайність нових гібридів та підвищити її з 0,659 до 8,23 т/га за щорічного приросту 58 кг/га.

Сучасні гібриди кукурудзи, створені для умов зрошення, необхідно впроваджувати у виробництво з наданням певних параметрів технологічних вимог, в першу чергу, режимів зрошення і способів поливу. Проведені дослідження з визначення урожайності вітчизняних гібридів кукурудзи за різних способів поливу і без зрошення в зоні посушливого Степу дали можливість з'ясувати параметри їхньої адаптованості до конкретних агроекологічних і технологічних умов. Для встановлення норми реакції гібридів на рівень вологозабезпечення досліджували їхню урожайність при поливі дощувальною установкою Зіматік, краплинному зрошенні, підґрунтовому зрошенні за передполивної вологості 80 % НВ у шарі ґрунту 0–50 см, а для визначення посухостійкості та пластичності гібриди вирощували на ділянках без зрошення.

У таблиці 2 наведено врожайність сучасних гібридів кукурудзи залежно від способу поливу в умовах посушливого Степу на території Каховського зрошувального масиву.

Встановлено, що гібриди ФАО 180–290 (Степовий, ДН Пивиха, Скадовський) хоч і формували меншу урожайність, проте відзначались найбільш стабільними її показни-

ками (у межах 10,12–11,46 т/га) за різних способів поливу. Урожайність зерна кращих ранньостиглих гібридів без зрошення була в межах від 3,05 до 3,28 т/га, що вказує на високу посухостійкість цих зразків. Вирощування вказаних гібридів є доцільним за умов вологозбережних режимів зрошення на поливних землях із низьким гідромодулем та богарних масивах.

## 2. Урожайність гібридів кукурудзи за різних способів поливу і без зрошення (2017–2019 рр.), т/га

Гібрид	ФАО	Без зрошення	Спосіб поливу		
			дощування	краплинне зрошення	підґрунтове зрошення
Степовий	190	3,28	11,24	11,46	10,68
ДН Пивиха	180	3,05	11,04	11,21	10,81
Скадовський	290	2,57	11,34	11,41	10,12
ДН Хотин	280	2,74	11,63	12,47	12,19
Каховський	380	2,13	12,10	13,22	12,65
ДН Росток	340	2,35	12,22	14,15	13,74
Арабат	420	1,81	13,14	15,23	14,21
ДН Софія	420	1,92	13,43	15,78	14,81
НР <sub>05</sub>		0,25	0,32	0,41	0,34

Серед гібридів середньоранньої групи стиглості (ФАО 280–290) кращим за урожайністю був гібрид Хотин (ФАО 280) незалежно від способу поливу. За краплинного зрошення його урожайність досягала 12,47 т/га, при поливі дощуванням і підґрунтовым зрошенням її показники зменшувалися на 0,84 та 0,28 т/га відповідно, що пов'язано з більшими можливостями оперативного зволоження поверхневого шару ґрунту за краплинного зрошення у критичні за посухою періоди вегетації.

Гібриди середньостиглої групи (Каховський і ДН Росток) також відзначались найвищою урожайністю за краплинного зрошення – 13,2 та 14,15 т/га відповідно. Зменшення урожайності зерна за інших способів поливу становило від 0,41 до 1,93 т/га. Переваги краплинного способу поливу виявлені відносно середньопізніх гібридів Арабат та ДН Софія – їхня урожайність становила відповідно 15,23 та 15,78 т/га і була більшою на 1,02–2,35 т/га порівняно з іншими способами поливу. Така реакція середньопізніх гібридів ФАО 420–430 пояснюється тим, що витрати вологи гібридами з більш тривалим періодом вегетації на 70–80 % забезпечуються полив-

ною водою. У терміни найбільшої евапотранспірації (липень - серпень) добові витрати вологи посівом кукурудзи у посушливому Степу перевищують 100 м<sup>3</sup>/га і таку кількість води щоденно може забезпечити краплинне зрошення. Дощувальні установки фронтальної чи кругової дії здійснюють черговий полив з мінімальним терміном 4–5 діб, що може бути запізно, як наслідок – порушення оптимального рівня зволоження ґрунту. Полив підґрунтовым способом передбачає заглиблення поливної стрічки на 30 см по профілю ґрунту. Зволоження поверхневого шару ґрунту йде завдяки підняттю поливної води по капілярній каймі, що також не забезпечує оптимального рівня зволоження поверхневого шару ґрунту 0–10 см.

Найнижчу урожайність гібриди формували у варіанті без зрошення (табл. 3). Простежувалась чітка залежність між стійкістю до посухи та групою стиглості. Максимальна урожайність без поливу відмічалась у ранньостиглих гібридів Степовий та ДН Пивиха (3,28 та 3,05 т/га) у 2018 р., оскільки щодо опадів, він був більш сприятливим. Мінімальною урожайністю на ділянках без зрошення при цьому характеризувались такі серед-

ньоізнї гїбриди, як Арабат та Софія, – 1,81 і 1,92 т/га вїдповїдно.

Найбїльш об'єктивною і достовїрною оцїнкою впливу посух на гїбриди може бути спїввїдношення їхньої продуктивностї на природному фонї зволоження і за оптимального рївня вологозабезпечення. Порївняння показникїв урожайностї на двох фонах є критерїєм стїйкостї гїбридїв кукурудзи до посухи (коефїцієнт посухостїйкостї). Найвищим коефїцієнтом посухостїйкостї вїдзначались ранньостиглї і середньораннї гїбриди – 0,22–0,29 (табл. 3). Його значення рїзко знижувались зї збїльшенням групи стиглостї гїбри-

дїв. Мїнїмальним коефїцієнт посухостїйкостї був у гїбридїв Арабат і Софія – 0,13. Проте в 2018 р. вони вїдзначались найвищою урожайнїстю зерна за краплинного зрошення – 16,04 і 16,43 т/га вїдповїдно. Цї гїбриди мають найбїльший потенціал урожайностї і сильну генотип - середовищну реакцію на вологозабезпеченість. Це пїдтверджується розрахунками параметрїв пластичностї та стабїльностї. З метою розподїлу гїбридїв кукурудзи за придатнїстю до певних умов вирощування були розрахованї параметри екологїчної пластичностї ( $b_i$ ) і стабїльностї реакції на екоградїєнт ( $S^2_{di}$ ).

### 3. Параметри адаптивностї і стабїльностї гїбридїв кукурудзи за урожайнїстю зерна в умовах посушливого Степу (2016–2018 рр.)

Сорт	Урожайнїсть зерна, т/га				Параметри пластичностї і стабїльностї		
	урожайнїсть на зрошеннї	урожайнїсть без зрошення	min-max на зрошеннї	min-max без зрошення	коефїцієнт посухостїйкостї	$b_i$	$S^2_{di}$
Степовий	11,13	3,28	10,38–11,68	2,28–3,53	0,29	0,94	0,25
ДН Пивиха	11,02	3,05	10,13–11,53	2,25–3,28	0,28	0,93	0,25
Скадовський	10,95	2,57	9,88–11,82	2,16–2,90	0,23	0,99	0,77
ДН Хотин	12,10	2,74	10,03–12,84	2,25–3,05	0,22	1,01	1,33
Каховський	12,65	2,13	11,14–13,70	1,55–2,45	0,17	1,06	0,42
ДН Росток	13,37	2,35	11,92–14,51	1,84–2,76	0,18	1,23	0,29
Арабат	14,19	1,81	12,60–16,04	1,36–2,16	0,13	1,35	0,21
ДН Софія	14,67	1,92	13,03–16,43	1,45–2,15	0,13	1,28	0,46

Коефїцієнт регресїї урожайностї сорту на потенціал агрофону в умовах зрошення, або коефїцієнт пластичностї ( $b_i$ ) є найбїльш інформативним показником реакції генотипїв на змїну умов середовища. За коефїцієнтом пластичностї гїбриди були розподїленї на три групи:

– гомеостатичнї ( $b_i < 1$ ) – характеризуються слабкою реакцією на змїни умов вирощування і забезпечують стабїльнї врожаї за умов зрошення та без поливу. До цїєї групи увїйшли гїбриди Степовий, ДН Пивиха, Скадовський.

– інтенсивного типу ( $b_i > 1$ ) – високопластичнї зї значним генетичним потенціалом, проте з низькою стабїльнїстю прояву врожайностї – ДН Росток, Арабат, Софія. Вїдзначаються дуже високою потенційною урожайнїстю (понад 15 т/га), але вимагають ретельного і своєчасного виконання технологїчних операцій за умов зрошення. Пору-

шення технологїї вирощування або несприятливї погоднї фактори рїзко знижують їхню урожайнїсть. Цї гїбриди мають перспективу при вирощуванні переважно за оптимального режиму зрошення і достатнього рївня мїнерального живлення.

– середньопластичнї ( $b_i = 1$ ) – з адекватною нормою реакції на полїпшення умов вирощування, досить стримано реагують на не-стїйкї погоднї умови та коливання агрофону: ДН Хотин, Каховський. Характеризуються достатньо високим потенціалом урожайностї, вирощувати їх можна за рїзних способїв поливу.

Найбїльш стабїльними і прогнозованими прибавками (зниженнями) урожайностї на змїну екоградїєнта вїдзначаються гїбриди ДН Росток, Арабат, Софія ( $S^2_{di} = 0,29–0,46$ ).

Пїдсумовуючи результати дослїджень, можна зробити висновки, що універсальнї гїбриди, адаптованї до широкого спектра

зовнішніх умов, в межах кожного агроєкологічного градієнта поступаються за продуктивністю генотипам, що мають вузьку адаптивність. За адаптивними властивостями слід розрізняти: гібриди інтенсивного типу з сильно вираженою реакцією на середовище; гомеостатичні, що забезпечують стабільну урожайність у разі коливання умов вирощування; середньопластичні, що адекватно реагують на зміну рівня агрофону.

Для одержання високих і стабільних урожаїв кукурудзи в кожному господарстві зрошуваної зони посушливого Степу необхідно мати набір гібридів, що мають різний тип реакції на способи поливу та рівень вологозабезпечення.

### Висновки

Ретроспективний аналіз урожайності основних зернових культур в зоні посушливого Степу за 130-річний період свідчить про те, що найбільший приріст зерна відмічався у кукурудзи і становив 31 кг/га завдяки впровадженню нових сортів (гібридів) та удосконаленню технологій їхнього вирощування. Зрошення дало можливість реалізувати потенційну урожайність нових гібридів і підвищити її з 0,659 до 8,23 т/га. Показни-

ки урожайності підвищилась у 12,5 раза за щорічного приросту зерна 58 кг/га.

Проведені дослідження урожайності гібридів кукурудзи за різних способів поливу і без зрошення в посушливому Степу дали можливість з'ясувати параметри їхньої адаптованості до конкретних агроєкологічних і технологічних умов та надати відповідні рекомендації виробництву з вирощування.

Гібриди кукурудзи найвищу урожайність формували в умовах краплинного зрошення. Зменшення урожайності зерна за інших способів поливу було в межах від 0,41 до 2,35 т/га. Найкращими результатами за краплинного зрошення відзначались середньопізні гібриди: Арабат і ДН Софія – середня урожайність становила відповідно 15,23 та 15,78 т/га і була вищою на 1,02–2,35 т/га, ніж за інших способів поливу.

В умовах зрошення треба впроваджувати гібриди кукурудзи з генетично запрограмованою реакцією на оптимальні умови вирощування (оптимальний режим вологості ґрунту та мінерального живлення). У разі порушення режиму вологозабезпечення посівів кукурудзи мають місце значні втрати зернової продукції, особливо це стосується гібридів пізньостиглої групи.

### Бібліографічний список

1. Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science*. 2010. Vol. 327. P. 818–822. doi: 10.1126/science.1183700.
2. Gilliham M., Able J. A., Roy S. J. Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. 2017. Vol. 90. P. 898–917. doi: 10.1111/tpj.13456
3. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т., Лузан Ю. Я. *Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні*. Київ: Аграр. наука, 2018. 328 с.
4. Гудзенко В. М., Поліщук В. М., Бабій О. О., Худолій Л. В. Productivity and adaptability of Myronivka spring barley varieties of different breeding periods. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. 14 (2). 190–202. doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766.
5. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Урожайність зерна скоростиглих гібридів кукурудзи різних сортозмін. *Вісн. аграр. науки*. 2017. 8. С. 19–23.
6. Марченко Т. Ю., Нужна М. В., Боденко Н. А. Моделі гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 1. С. 58–64. doi:10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
8. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. <http://www.usda.cropexplorer.globalcropproductionanalysis>.
9. Troyer A. F. Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids. *Crop science*. 2006. Vol. 46. № 2. P. 528–543. doi:10.2135/cropsci2005.0065.
10. Vozhegova R. A., Hlushko T. V. Productivity of maize hybrids of different FAO groups depending on condition of irrigation and dosage of fertilizers in the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2014. 1 (3). P. 62–68.
11. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В., Коровко І. І. Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) в умовах Полісся та Степу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. № 2. С. 16–21. doi: 10.21498/2518-1017.2(31).2016.70050
12. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / за ред. М. В. Зубця, Ю. Ф. Мельника та ін. Київ: Аграр. наука, 2010. 765 с.
13. Vozhegova R.A., Kokovikhin S.V., Lykhovyd P.V., Biliaeva I. M., Drobitko A.V., Nesterchuk V.V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements

- calculations. *Journal of Water and Land Development*. Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. 2018. No. 39 (X–XII). P. 147–152. DOI: 10.2478/jwld-2018-0070
14. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Коковіхін С. В. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 286 с.
15. Ушкаренко В. О., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство). Херсон: Грінь Д. С., 2014. 448 с.
16. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, No 1. P. 36–40.
17. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України / Р. А. Вожегова та ін. Херсон: Грінь Д. С. 2015. 104 с.
18. Исторический очерк деятельности Херсонскаго Губернскаго Земства за 1865–1899 гг. Херсонъ: Издание Херсонсой Губернской Земской Управы, 1906. Выпускъ III. 276 с.

## Referens

1. Tester, M., Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science*. Vol. 327. P. 818–822. doi: 10.1126/science.1183700.
2. Gilliham, M., Able, J.A., Roy, S.J. (2017). Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. Vol. 90. P. 898–917. doi: 10.1111/tpj.13456
3. Gadzalo, J.M., Gladii, M.V., Sabluk, P.T., Luzan, Yu. (2018). *Rozvitok agrarnoy sfery ekonomyky v umovah detcentralizatsiy upravlynia v Ukrainyi* [The development of the agrarian sphere of economy in the conditions of decentralization in Ukraine], Kiiv: Agrarna nauka. 328 p. [in Ukrainian]
4. Hudzenko, V. M., Polishuk, T. P., Babii, O. O., Khudolii, L. V. (2018). Productivity and adaptability of Myronivka spring barley varieties of different breeding periods. *Sortovyvchennya ta okhorona prav na sorta roslyn* [Plant Varieties Studying and Protection], 14 (2). 190–202. doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766. [in Ukrainian]
5. Dziubetskyi, B., Cherchel, V. (2017). Productivity of grain of early hybrids of corn of different strain changings. *Visnyk ahrarnoi nauki* [Bulletin of Agrarian Science], 8, 19–23. [in Ukrainian]
6. Marchenko, T. Y., Nuzhna, M. V., Bodenko, N. A. (2018). Models of maize hybrids FAO 150–490 for irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*. 14 (1), 58–64. doi:10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508 [in Ukrainian]
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
8. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. <http://www.usda.cropexplorer.globalcropproductionanalysis>.
9. Troyer, A. F. (2006). Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids. *Crop science*, 2006. Vol. 46. N 2. P. 528–543. doi:10.2135/cropsci2005.0065.
10. Vozhegova, R. A., Hlushko, T. V. (2014). Productivity of maize hybrids of different FAO groups depending on condition of irrigation and dosage of fertilizers in the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 1 (3), 62–68.
11. Prysiazhniuk, L. M., Shovhun, O. O., Korol, L. V., & Korovko, I. I. (2016). Assessment of stability and plasticity of new hybrids of maize (*Zea mays* L.) under the conditions of Polissia and Steppe zones of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2, 16–21. doi: 10.21498/2518-1017.2(31).2016.70050. [in Ukrainian]
12. Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy [Scientific basis of agro-industrial production in the steppe zone of Ukraine], (2010). M. V. Zubets., Yu. F. Melnyk et al. (Eds.). Kiiv: Agrarian Science. 765 p. [in Ukrainian]
13. Vozhehova, R. A., Kokovikhin, S. V., Lykhyvyd, P. V., Biliaeva, I. M., Drobitko, A. V., Nesterchuk, V. V. (2018). Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of Water and Land Development*. Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. No. 39 (X–XII). P. 147–152. DOI: 10.2478/jwld-2018-0070
14. Vozhehova, R. A., Maliarchuk, M. P., Kokovikhin, S. V. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh* [The method of field and laboratory studies on irrigated land]. Herson: Grin D. S. 286 p. [in Ukrainian]
15. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu*. [Methods of the field experience]. Kherson: Hrin D. S. 448 p. [in Ukrainian].
16. Eberhart, S. A., Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. Vol. 6, No 1. P. 36–40.
17. Vozhehova, R. A., Hozh, O. A., Dudka, V. I. et al. (2015). *Naukovo-praktychni rekomendatsii z tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy* [Scientific and practical recommendations on the technology of corn cultivation under conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. Kherson: Hrin D. S. 104 p. [in Ukrainian]
18. *Istorychesky ocherk deiyelnosti Khersonskoho Gubernskogo Zemstva v 1865-1899* [Historical essay on the activities of the Kherson Gubernsk Zemstvo in 1865–1899]. (1906). Kherson: Edition by Kherson Provincial Zemstvo Council. 3. 276 p. [in Russian]



УДК 633.15:631.527

**Лавриненко Ю. А.,<sup>1</sup> Иванив Н. А.<sup>2</sup> Продуктивность и адаптивная способность гибридов кукурузы в зависимости от способов полива и влагообеспеченности в засушливой Степи Украины. Зерновые культуры. 2019. Т. 3. № 2. С. 207–216.**

<sup>1</sup> Институт орошаемого земледелия НААН, пгт Надднепрянское, г. Херсон, Херсонская область, 73483, Украина

<sup>2</sup> Государственное высшее учебное заведение «Херсонский государственный аграрный университет», ул. Стретенская, 23, г. Херсон, 73000, Украина

Изложены результаты исследований урожайности, адаптивной способности современных отечественных гибридов кукурузы и их влагообеспеченности при разных способах полива (дождевание, капельный полив, подпочвенное орошение и без полива) в условиях засушливой Степи Украины. Установлена адаптивность гибридов различных групп ФАО к технологиям выращивания и влагообеспеченности.

Гибриды кукурузы самую высокую урожайность формировали при капельном орошении. При других способах полива урожайность зерна уменьшалась от 0,41 до 2,35 т/га, что связано с преимуществом оперативного увлажнения поверхностного слоя почвы при капельном орошении в критические засушливые периоды вегетации кукурузы. Установлено, что гибриды ФАО 180–290, хотя и формировали меньшую урожайность, однако отличались самой высокой стабильностью при различных способах полива. Наиболее эффективным капельный полив был на участках, где выращивали среднепоздние гибриды (ФАО 420–430), – урожайность составляла 15,23 и 15,78 т/га и была выше на 1,02–2,35 т/га по сравнению с другими способами полива. В условиях орошения необходимо использовать гибриды с генетически запрограммированной реакцией на условия выращивания (режим орошения, минеральное питание, влагообеспеченность, способ полива). В случае нарушения режима влагообеспеченности могут возникать значительные потери урожая кукурузы, особенно это касается позднеспелых гибридов.

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, орошение, адаптивность, засухоустойчивость, зерно, селекция.

UDC 633.15:631.527

**Lavrynenko Yu. A.<sup>1</sup>, Ivaniv N. A.<sup>2</sup>. Productivity and adaptive abilities of corn hybrids under different irrigation modes and moisture supply in the Arid Steppe of Ukraine. Grain Crops. 2019. 3 (2). 207–216.**

<sup>1</sup> Institute of Irrigated Agriculture, NAAS of Ukraine, Naddniprianske village, Kherson, 73483, Ukraine

<sup>2</sup> Kherson State Agrarian University, 23, Strytenska Str., Kherson, 73000, Ukraine

The study presents the results of the research on the productivity features and adaptability parameters of domestic corn hybrids under different irrigation modes and water supply under conditions of the Arid Steppe.

The research object was modern corn hybrids of domestic selection of different maturity groups. The hybrids were sown under different irrigation modes (common sprinkling, drip irrigation, sub-irrigation) and without irrigation to compare their drought resistance. The characteristics of the interaction genotype–environment, differentiation of the varieties by productivity and stability were realized by the method of S. A. Eberhart and W. A. Russell. The coefficient of ecological plasticity  $b_i$  and the variance of stability  $S^2_{di}$  were determined. The coefficient of drought resistance was determined by the correlation of productivity without irrigation and irrigation conditions. The methods used in the research are field, laboratory, statistical and retrospective.

The retrospective analysis of the productivity of main grain crops in the area of the Arid Steppe over a 130-year period showed that the highest rates of an increase in productivity were recorded in corn. An annual increase in its productivity was 31 kg/ha per year and it was due to the use of new varieties (hybrids) and the improvement of growing techniques. Irrigation made it possible to realize potential productivity of new hybrids and increase the productivity from 6.59 to 82.3 c/ha. The productivity rose 12.5 times over a 130-year period, the annual increase being 58 kg/ha per year.

We established that though the hybrids FAO 180–290 (Stepovyi, DN Pyvykha, Skadovskyi) had less productivity, they had the highest stability under different irrigation modes within 10.12–11.46 t/ha. Without irrigation the grain productivity was the highest in early-maturing hybrids – 3.28 and 3.05 t/ha indicating their high drought resistance. The use of these hybrids is appropriate under conditions of water-saving irrigation modes on irrigated lands with a low hydro-module and on dry massifs.

The hybrid Khotyn (FAO 280) was the best one by productivity regardless of irrigation modes

among the hybrids of a middle-early maturity group (FAO 280–290). Under drip irrigation its productivity was 12.47 t/ha. Sprinkler irrigation and sub-irrigation reduced the productivity by 0.84 and 0.28 t/ha, that is related to greater possibilities of efficient moisturizing of the surface soil under drip irrigation during critical dry periods of vegetation.

The hybrids Kakhovskyi and DN Rostok of a middle maturity group also had the highest grain productivity under drip irrigation – 13.2 and 14.15 t/ha. A fall in the productivity under other irrigation modes was from 0.41 to 1.93 t/ha. The greatest advantages of a drip irrigation mode were recorded in the middle-late maturing hybrids Arbat and DN Sofiia, their productivity reached 15.23 and 15.78 t/ha. The productivity was higher by 1.02–2.35 t/ha when compared to other irrigation modes. Such a reaction of the middle-late hybrids with FAO 420–430 is caused by the fact that water consumption of the hybrids with a longer period of vegetation by 70–80 % is provided by irrigation water. The daily evapotranspiration of corn in the Arid Steppe exceeds 100 m<sup>3</sup>/ha and such amount of water can be provided by drip irrigation in the period of the largest water consumption (July - August). Regular sprinkler irrigation with the installations of frontal or circular action can be applied with a minimal term of 4–5 days, and it cannot always ensure a timely and optimal level of moistening. Sub-irrigation is realized by putting an irrigation tape 30 cm deep in the soil profile and the moistening of a surface soil layer is realized due to a drip tape, but it does not ensure timely water supply for the surface soil layer of 0–10 cm.

The highest drought resistance was recorded in the hybrids FAO 180–290 Stepovyi, DN Pyvykha and Skadovskyi. The coefficient of drought resistance fell sharply when there was an increase in the maturity groups of the hybrids and it was at minimum in the hybrids Arabat and Sofiia.

The greatest advantages of a drip irrigation mode were recorded in the middle-late hybrids Arabat and Sofiia, their productivity was 15.23 and 15.78 t/ha and it was higher by 1.02–2.35 t/ha when compared to other irrigation modes. Under irrigation conditions it is necessary to use corn hybrids with a genetically programmed reaction to optimal growing conditions (an optimal mode of soil moisture and mineral nutrition). The violation of growing techniques leads to considerable losses in grain productivity, especially in the hybrids of a late maturity group.

**Key words:** *corn, hybrid, irrigation, adaptability, drought resistance, grain, selection.*