

УДК 631.53.01:633.15:631.811.98:631.67(477.7)
DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.33>

МІНЛИВІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ КАЧАНА В ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З УРОЖАЙНІСТЮ ЗЕРНА ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ПОЛИВУ ТА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ В ПОСУШЛИВОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

ІВАНІВ М.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-4793-6194>

АВЕРЧЕВ О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-8333-2419>

МИХАЛЕНКО І.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-5761-7752>

ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. У переліку наукових розробок щодо підвищення продуктивності зернових культур як основного джерела продуктів харчування населення найбільш важливі три основні: нові селекційні розробки, перехід на суперсучасні агротехнології, економічно обґрунтована організація виробництва [1; 2].

Кукурудза натеper основна зернова культура, тому актуальними питаннями зерновиробництва є вдосконалення технологічних заходів вирощування інноваційних гібридів кукурудзи й обґрунтування добору адаптованих гібридів до певних агроєкологічних умов і технологій вирощування. Водночас важливими показниками адаптивності гібридів кукурудзи є складові елементи продуктивності та їхні кореляційні зв'язки з урожайністю зерна, що покладається в основу розроблення оптимальних моделей генотипів для конкретних агроєкологічних умов [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливим чинником підвищення урожайності за тенденцій до змін клімату в напрямі посушливості є використання штучного зрошення, науково обґрунтованих режимів зрошення та сучасних способів поливу. Також важливою умовою отримання високих урожаїв зерна кукурудзи є правильний підбір гібридів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов і технологічного забезпечення [5; 6]. Обираючи гібриди для вирощування, необхідно враховувати напрям використання, групу стиглості, потенційну врожайність, якісні показники, резистентність до хвороб і шкідників. Унаслідок великих матеріальних і енергетичних витрат під час вирощування кукурудзи наявна необхідність наукового обґрунтування основних елементів технології вирощування з урахуванням змін клімату. У зв'язку із цим актуальними залишаються питання вирощування гібридів різних груп стиглості, що потребують уточнення комплексу агротехнологічних заходів у разі вирощування в посушливих умовах Південного Степу України [7]. Встановлено, що в умовах Південного Степу України для раціонального використання природних ресурсів і отримання високоякісного зерна кукурудзи на поливних землях у межах 16–18 т/га важливо коригувати для кожного гібрида елементи технології вирощування з урахуванням реакції на штучне зволоження,

густоту стояння рослин і фон мінерального живлення [8].

Урожайність зерна гібридів кукурудзи, як і інших сільськогосподарських культур, є складовою частиною низки кількісних ознак. Тому для подальшого генетичного поліпшення рослин і підвищення врожайності необхідно володіти інформацією не лише про рівень прояву результативної ознаки, а й щодо окремих елементів структури врожаю, їхнього взаємозв'язку [9; 10].

Попередніми дослідженнями було встановлено, що наявна суттєва залежність урожайності зерна з окремими елементами структури врожайності за різного рівня вологозабезпеченості та способів поливу. Тому представлена робота є продовженням досліджень впливу основних елементів продуктивності інноваційних гібридів кукурудзи за різних способів поливу та вологозабезпеченості [11].

Мета статті. Встановити прояв морфометричних ознак качана (довжина качана, довжина качана озернена, частка озерненого качана, кількість зернових рядів) та їхній вплив на врожайність зерна в сучасних вітчизняних гібридів кукурудзи за різних способів поливу та вологозабезпеченості в Посушливому Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проведені згідно з тематичним планом досліджень ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» за завданням «Реалізація технології вирощування основних сільськогосподарських культур». Польові досліді виконувались в Агрофірмі «Сиваське» Новотроїцького району Херсонської області, що розташована в агроєкологічній зоні Посушливого Степу та в межах дії Каховської зрошувальної системи, у 2017–2019 рр. Досліді проводились відповідно до загальноприйнятих методик [12].

Об'єктом досліджень були сучасні гібриди кукурудзи вітчизняної селекції різних груп стиглості. Гібриди висівались за різних способів поливу (дощування звичайне, краплинне зрошення, підґрунтове зрошення) та без зрошення для порівняння їх посухостійкості. Методи – польові, лабораторні, статистичні. Для встановлення норми реакції гібридів кукурудзи на технологічні умови, досліджували вплив різних способів поливу на врожайність зерна: полив дощуванням установкою «Зіматік»,

краплинне зрошення, підґрунтове зрошення з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% НВ у шарі ґрунту 0–50 см. Для визначення посухостійкості висівали гібриди без зрошення.

Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий, із глибоким рівнем залягання ґрунтових вод. Орний горизонт – у 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 досліді була загальноприйнятною для зони півдня України. Попередник – соя.

Результати досліджень. Реалізація потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи обмежується різними лімітованими чинниками, один із головних вологозабезпеченість. Пристосованість гібри-

дів до ґрунтового-кліматичних умов зони Посушливого Степу та штучної вологозабезпеченості відображається параметрами елементів структури продуктивності, основними з яких є довжина качана, довжина качана озерна, кількість зернових рядів качана.

У таблиці наведені показники довжини качана в гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних вологозабезпеченості та способів поливу. У середньому найменша довжина качана в досліді без поливу – 15,8 см. За поливу довжина качана суттєво збільшилась і сягала 19,3–19,7 см. Дещо більшою довжина була за краплинного зрошення. За умов зрошення характерним було зростання довжини качана від скоростиглих гібридів до пізньостиглих із 17,5 см до 21,7 см. Проте за природного зволоження подовження качана було значно меншими і не перевищувало 1,6 см.

Таблиця 1 – Морфометричні показники структури качана й урожайність зерна в гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів поливу та без зрошення (2017–2019 рр.)

Спосіб вологозабезпечення	Гібрид	ФАО	Довжина качана, см	Довжина качана озерна, см	Індекс озерненості, %	Кількість зернових рядів качана, шт.	Урожайність зерна, т/га
Без поливу (природне зволоження)	Степовий	190	15,1	11,2	74,2	14,2	3,28
	Пивиха	180	14,7	10,7	72,8	14,1	3,05
	Скадовський	290	15,4	9,6	62,3	14,1	2,57
	Хотин	280	15,8	9,8	62,0	14,3	2,74
	Каховський	380	16,7	9,0	53,9	16,0	2,13
	Росток	340	16,0	10,3	64,4	16,0	2,35
	Арабат	420	16,4	7,0	42,7	18,1	1,81
	Софія	420	16,3	7,2	44,2	18,2	1,92
	Середнє		15,8	9,3	58,8	15,6	2,48
	НІР ₀₅		0,15	0,11	–	–	0,25
Полив дощуванням	Степовий	190	17,8	17,0	95,5	14,7	11,24
	Пивиха	180	17,5	16,7	95,4	14,3	11,04
	Скадовський	290	17,9	17,1	95,5	14,4	11,34
	Хотин	280	18,4	18,0	97,8	15,6	11,63
	Каховський	380	19,8	19,1	96,5	17,2	12,10
	Росток	340	19,7	19,2	97,5	17,3	12,22
	Арабат	420	21,6	21,1	97,7	19,4	13,14
	Софія	420	21,8	21,0	96,3	19,6	13,43
	Середнє		19,3	18,6	96,4	16,6	12,02
	НІР ₀₅		0,17	0,23	–	–	0,32
Полив краплинним зрошенням	Степовий	190	18,1	18,0	99,4	14,8	11,46
	Пивиха	180	17,8	17,6	98,9	14,3	11,21
	Скадовський	290	18,2	18,1	99,5	14,4	11,41
	Хотин	280	19,0	18,9	99,5	15,8	12,47
	Каховський	380	20,4	20,2	99,0	17,4	13,22
	Росток	340	20,5	20,5	100,0	17,6	14,15
	Арабат	420	21,8	21,7	99,5	19,5	15,23
	Софія	420	21,7	21,5	99,1	19,8	15,78
	Середнє		19,7	19,6	99,5	16,7	13,12
	НІР ₀₅		0,27	0,31	–	–	0,41
Полив підґрунтовым зрошенням	Степовий	190	17,9	17,6	98,3	14,5	10,68
	Пивиха	180	17,5	17,3	98,9	14,3	10,81
	Скадовський	290	17,9	17,6	98,3	14,2	10,12
	Хотин	280	18,7	18,6	99,5	15,7	12,19
	Каховський	380	20,1	20,0	99,5	17,4	12,65
	Росток	340	20,3	20,2	99,5	17,7	13,74
	Арабат	420	21,7	21,5	99,1	19,3	14,21
	Софія	420	21,6	21,3	98,6	19,7	14,81
	Середнє		19,5	19,3	98,9	16,6	12,40
	НІР ₀₅		0,25	0,30	–	–	0,34

Розрахунки залежності довжини качана й урожайності зерна в гібридів показали високий ступінь

додатного зв'язку (рис. 1). Максимального рівня врожайності досягнуто за довжини качана понад 21 см.

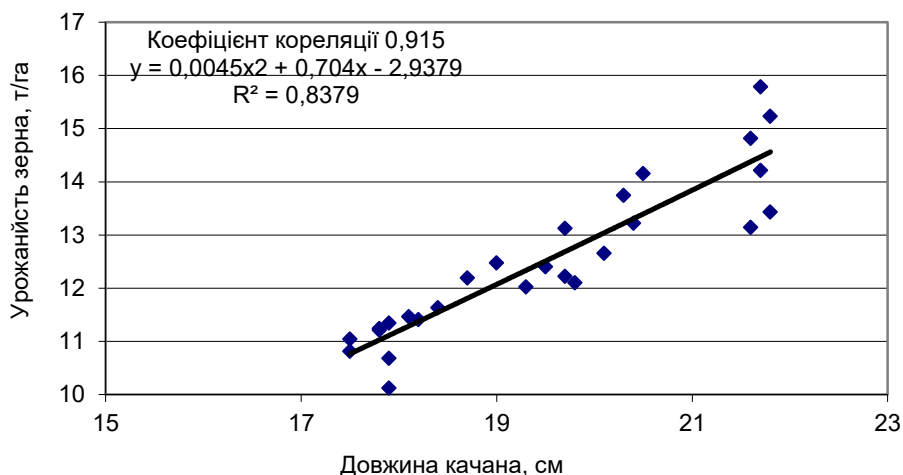


Рис. 1. Поліноміальна модель залежності врожайності зерна гібридів кукурудзи та довжини качана на зрошенні

Проте без зрошення зв'язок довжини качана й урожайності мав протилежну спрямованість (рис. 2). Коефіцієнт кореляції становив $-0,884$, що вказує на суттєві втрати реалізованого потенціалу продуктивності у високоінтенсивних гібридів. Результати кореляційного аналізу показали, що в

Посушливому Степу без зрошення потенційна висока врожайність гібридів інтенсивного типу може бути шкідливою для реальної продуктивності, тому необхідно добирати гібриди для виробництва за принципом адаптованості до агроекологічних умов.

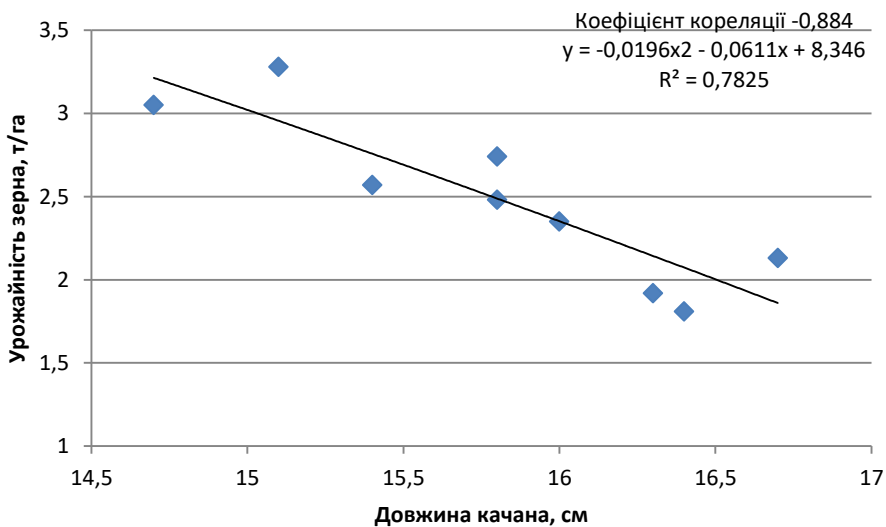


Рис. 2. Поліноміальна модель залежності врожайності зерна гібридів кукурудзи та довжини качана без зрошення

Відомо, що довжина качана є показником потенційної врожайності зерна кукурудзи. Проте стрижень качана не завжди озернений, здебільшого це є результатом дії екстремальних абіотичних чинників. У наших дослідженнях озернена довжина качана була майже удвічі меншою порівняно з довжиною стрижня в неполивних умовах (див. табл.). Характерно те, що зменшення довжини озерненої частини проходило паралельно зі зростанням потенційної продуктивності

(збільшення довжини качана та групи ФАО), що є підтвердженням попередньої тези про неадекватність прояву врожайності інтенсивних гібридів в екстремальному середовищі.

Довжина качана озернена є основним показником урожайності як за умов зрошення, так і без поливу. Це підтверджують високі кореляційні залежності між довжиною качана озерненою й урожайністю зерна (рис. 3, 4).

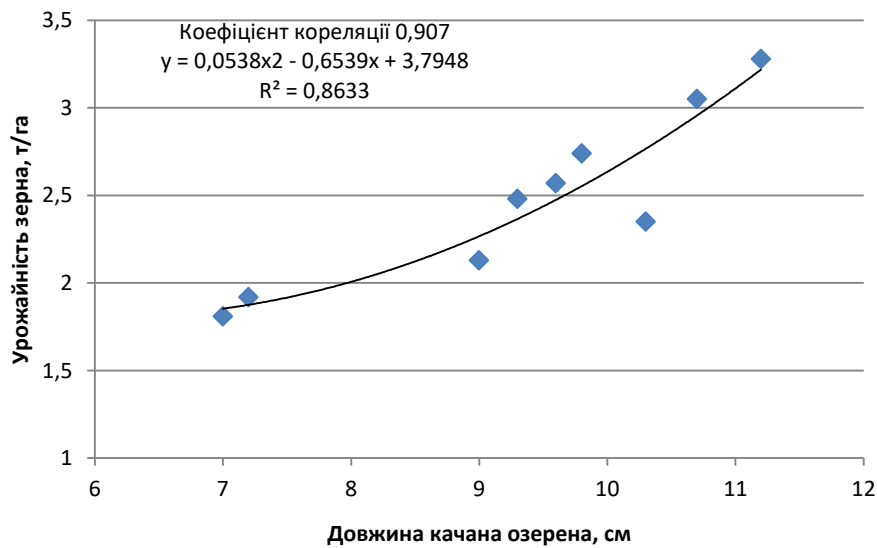


Рис. 3. Поліноміальна модель залежності врожайності зерна гібридів кукурудзи та довжини качана озереної без зрошення

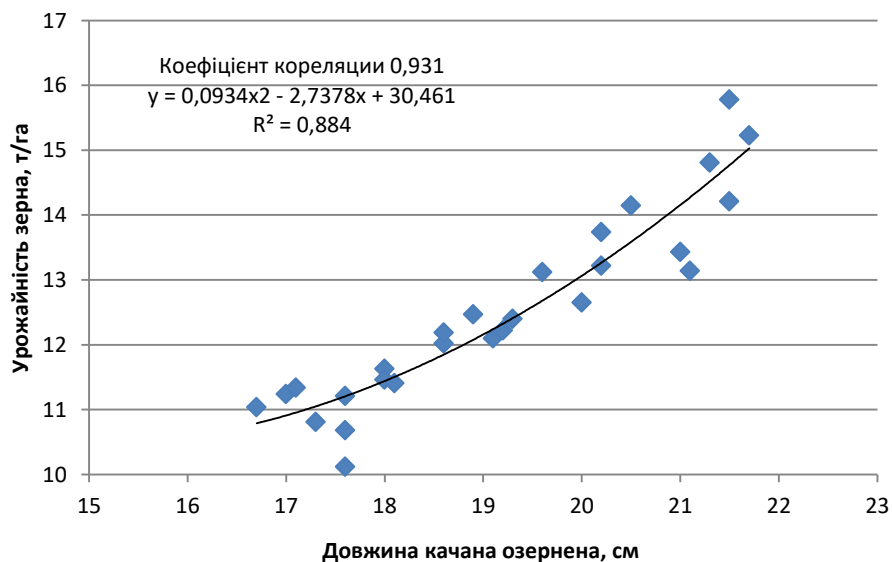


Рис. 4. Поліноміальна модель залежності врожайності зерна гібридів кукурудзи та довжини качана озереної на зрошенні

Мірою реалізації потенційних можливостей гібридів кукурудзи може бути відношення озереної частини качана до загальної довжини (див. табл.). Цей показник (Індекс озерненості) тісно пов'язаний з адаптованістю гібрида до певних технологій й агроекологічної зони, тому він може відображувати відсоток реалізації потенціалу гібрида і слугувати «Індексом реалізації потенціалу врожайності».

Умови зрошення за оптимального режиму дозволяють майже цілком реалізувати потенційну врожайність. Так, у гібридів Росток, Скадовський реалізація потенційної продуктивності сягала 99,5–100% за краплинного зрошення. Краплинне зрошення забезпечувало реалізацію потенційної продуктивності на 99,5%. Деяко менший відсоток реалізації потенціалу забезпечив полив дощуванням і підґрунтове зрошення (96,4 та 98,9% відповідно). Без поливу відсоток реалізації потенційних можливостей гібридів був

значно меншим і, що важливо, зменшувався зі зростанням потенціалу гібрида. Це вказує на необхідність враховувати важливий технологічний показник гібридів – напрям і рівень генотип-середовищної реакції, що закладається до гібрида за спеціальними селекційними програмами.

Ще одним важливим показником потенційної продуктивності гібридів кукурудзи є кількість зернових рядів качана. Проте цей показник має досить високий рівень стабільності прояву в різних агроекологічних умовах (див. табл.). Оскільки качан має парну кількість зернових рядів, то варіація їхньої кількості в гібрида може бути в межах 2 рядів. Умови вирощування майже не позначаються на кількості зернових рядів.

Варто зауважити, що кількість зернових рядів може слугувати показником інтенсивності гібрида (рис. 5).

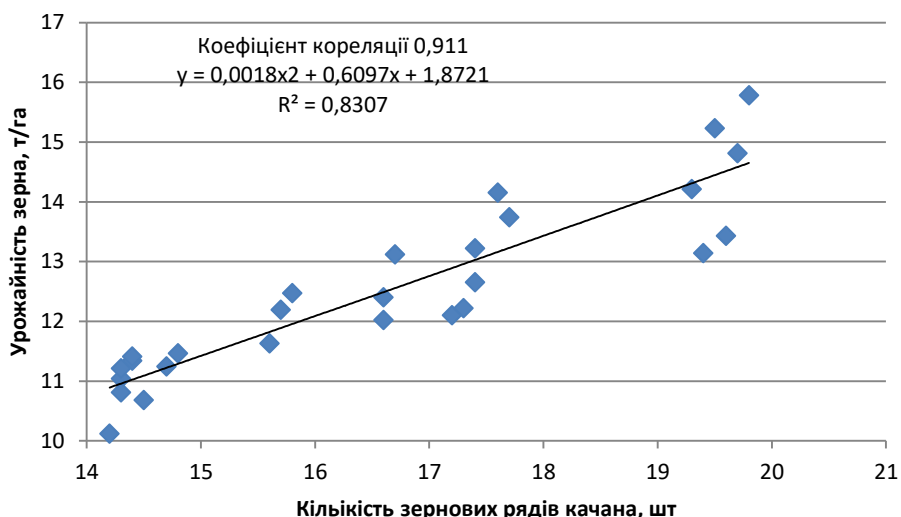


Рис. 5. Поліноміальна модель залежності врожайності зерна гібридів кукурудзи та кількості зернових рядів качана за зрошення

Високу врожайність (понад 15 т/га) можуть забезпечувати гібриди інтенсивного типу, що мають 18–22 зернових рядів.

Проте в умовах Посушливого Степу без зрошення не варто чекати високого врожаю в гібридів, що мають 18–22 зернових рядів, оскільки ця ознака генетично детермінована і притаманна гібри-

дам, що потребують високого рівня технологічного забезпечення. Рівень залежності кількості зернових рядів і урожайності свідчить, що за такої кількості зернових рядів рівень урожайності не перевищить 2/га (рис. 6).

Більш посухостійкі гібриди мають кількість зернових рядів 14, генетично зумовлену посухостійкість.

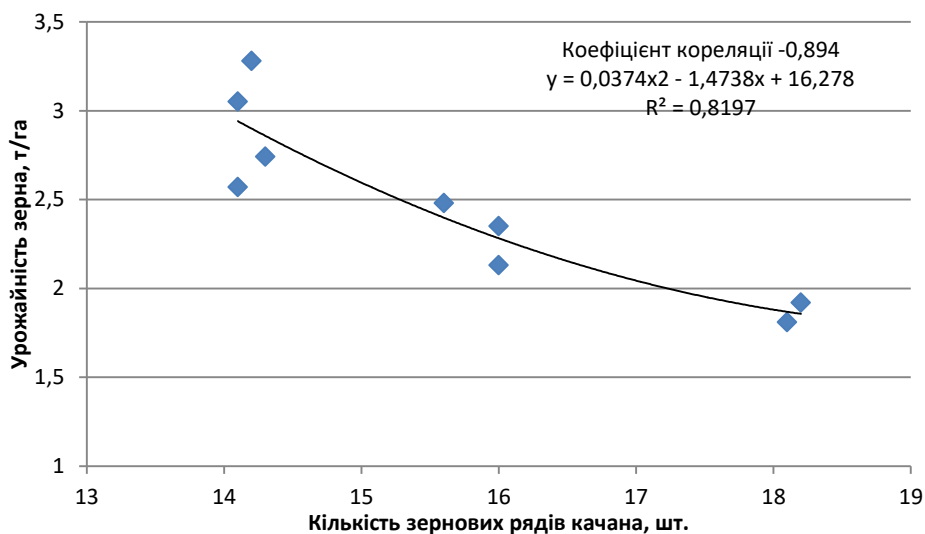


Рис. 6. Поліноміальна модель залежності врожайності зерна гібридів кукурудзи та кількості зернових рядів качана без зрошення

Установлено, що гібриди ФАО 180–290 (Степовий, Пивиха, Скадовський), хоч і сформували меншу врожайність, проте мали найбільшу стабільність за різних способів поливу в межах 10,12–11,46 т/га. Урожайність зерна ранньостиглих гібридів була найвищою без зрошення – 3,28 та 3,05 т/га, що вказує на їхню високу посухостійкість. Використання цих гібридів доцільне за умов водозберігаючих режимів зрошення на поливних землях із низьким гідромодулем і на богарних масивах.

Серед гібридів середньоранньої групи стиглості (ФАО 280–290) кращим за врожайністю був гібрид Хотин (ФАО 280) незалежно від способу поливу.

За краплинного зрошення його врожайність становила 12,47 т/га. Полив дощуванням і підґрунтовым зрошенням зменшив урожайність на 0,84 та 0,28 т/га, 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 Росток також мали найвищу врожайність зерна за краплинного зрошення – 13,2 та 14,15 т/га. Зменшення врожайності за інших способів поливу становило від 0,41 до 1,93 т/га. Найбільші переваги краплинного способу поливу зафіксовано в середньопізніх гібридів

Арабат і Софія, за якого врожайність сягнула 15,23 та 15,78 т/га. Урожайність була більшою на 1,02–2,35 т/га порівняно з іншими способами поливу. Така реакція середньопізніх гібридів із ФАО 420–430 пояснюється тим, що вологоспоживання гібридів із більш тривалим періодом вегетації на 70–80% забезпечується поливною водою. У термін найбільшої евапотранспірації (липень – серпень) добове водоспоживання посіву кукурудзи в Посушливому Степу перевищує 100 м³/га, таку кількість води щоденно може надати краплинне зрошення. Полив дощуванням установками фронтальної чи кругової дії може забезпечити черговий полив із мінімальним терміном 4–5 діб, що може бути запізно і, як наслідок, порушується оптимальний рівень зволоження. Полив підґрунтовым способом здійснюється шляхом закладання поливної стрічки на глибину 30 см профілю ґрунту. Зволоження поверхнього шару ґрунту здійснюється завдяки підняттю поливної води за капілярною каймою, що також не забезпечує оптимального рівня зволоження поверхнього шару ґрунту 0–10 см.

Висновки. Морфометричні ознаки качана (довжина качана, довжина качана озернена, частка озерненого качана, кількість зернових рядів) мають суттєвий, проте різноспрямований вплив на врожайність зерна в сучасних вітчизняних гібридів кукурудзи за різних способів поливу та вологозабезпеченості в Посушливому Степу України.

У Посушливому Степу без зрошення потенційна висока врожайність гібридів інтенсивного типу може бути шкідливою для реальної продуктивності, тому необхідно добирати гібриди для виробництва за принципом адаптованості до агроєкологічних умов.

Довжина качана озернена є основним показником урожайності як за умов зрошення, так і без поливу. Це підтверджують високі коефіцієнти кореляції між довжиною качана озерненою й урожайністю зерна ($r = 0,907 \dots 0,931$). Мірою реалізації потенційних можливостей гібридів кукурудзи може бути відношення озерненої частини качана до загальної довжини стрижня (Індекс озерненості). Цей показник пов'язаний з адаптованістю гібрида до певних технологій й агроєкологічної зони, тому він може відображувати відсоток реалізації потенціалу гібрида і слугувати також «Індексом реалізації потенціалу врожайності».

Краплинне зрошення забезпечувало реалізацію потенційної продуктивності на 99,5%. Дещо менший відсоток реалізації потенціалу забезпечив полив дощуванням та підґрунтове зрошення (96,4 та 98,9% відповідно). Без поливу відсоток реалізації потенційних можливостей гібридів був значно меншим і, що важливо, зменшувався зі зростанням потенціалу гібрида. Це вказує на необхідність урахувати важливий технологічний показник гібридів – напрям і рівень генотип-середовищної реакції, що закладається до гібрида за спеціальними селекційними програмами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні / Я.М. Гадзало та ін. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.
2. Marchenko T.Yu. 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 : collective monograph. Lviv ; Torun : Liha-Pres, 2019. P. 137–153. DOI: 10.36059/978-966-397-154-4/135-152.

3. Паламарчук В.Д. Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1 000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2018. № 1. С. 38–42. DOI: 10/P1P512P10-0478-2018-1-P8-42.

4. Марченко Т.Ю., Вожегова Р.А., Хоменко Т.М. Мінливість складових елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection.* 2019. V. 15. № 3. P. 279–287. DOI: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093.

5. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations / R.A. Vozhegova et al. *Journal of Water and Land Development.* Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. 2018. № 39 (X–XII). P. 147–152. URL: <http://www.degruyter.com/view/j/jwld> DOI: 10.2478/jwld-2018-0070.

6. Марченко Т.Ю., Михаленко І.В., Хоменко Т.М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection.* 2019. v.15. № 1. P. 71–79. DOI: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486.

7. Марченко Т.Ю., Нужна М.В., Боденко Н.А. Моделі гібридів кукурудзи fao 150–490 для умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. T. 14. № 1. P. 58–65. DOI: 10.21498/2518-1017.21498/2518-1017.14.12018.126508.

8. Vozhegova R.A., Hozh O.A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural Science and Practice.* 2016. Vol. 3. № 1. P. 55–60. DOI: 10.15407/agrisp3.01.055.

9. Відпрацювання інструментарію та алгоритмів корегування селекційних програм по кукурудзі / М.В. Капустян та ін. *Селекція і насінництво.* 2018. Вип. 113. С. 77–84. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134360.

10. Кирпа М.Я., Скотар С.О., Рева Л.І. Крупність насіння кукурудзи та техніко-економічне значення цієї ознаки в технологіях сепарування. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони.* 2012. № 2. С. 20–24.

11. Аверчев О.В., Іванів М.О., Михаленко І.В., Лавриненко Ю.О. Біометричні показники гібридів кукурудзи та їх зв'язок з урожайністю зерна за різних способів поливу та вологозабезпеченості у Посушливому Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2020. Вип. 111. С. 3–13. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.1.

12. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) / В.О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

REFERENCES:

1. Hadzalo, Ya.M., Hladiy, M.V., Sabluk, P.T., & Luzan, Yu.Ya. (2018). *Rozyvotok aharnoyi sfery ekonomiky v umovakh detsentralizatsiyi upravlinnya v Ukrayini* [The development of the agrarian sphere of

economy in the conditions of decentralization in Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

2. Marchenko, T.Yu. (2019). 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: collective monograph. Lviv-Torun: Liha-Pres, 137–153. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152> [in English].

3. Palamarchuk, V.D. (2018). Kharakterystyka hibrydiv kukurudzy za masoyu 1 000 zeren ta produktyvnisty zalezno vid elementiv tekhnolohiyi [Characteristics of corn hybrids by weight of 1000 grains and productivity depending on technology elements]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 1, 38–42. doi 10/P1P5I2P10-0478-2018-1-P8-42 [in Ukrainian].

4. Marchenko, T.Yu., Vozhehova, R.A., & Khomenko, T.M. (2019). Minlyvist skladovykh elementiv produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti za umov zroshennya [Variability of components of productivity of maize hybrids of different ripeness groups under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and protection*, 15, 3, 279–287. doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093 [in Ukrainian].

5. Vozhehova, R.A., Kokovikhin, S.V., Lykhovydyd, 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). 147–152. <http://www.degruyter.com/view/j/jwld> DOI: 10.2478/jwld-2018-0070 [in English].

6. Marchenko, T.Yu., Mykhalenko, I.V., & Khomenko, T.M. (2019). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid obrobky mikrodobryvamy za umov zroshennya [Biometric indicators of maize hybrids of different FAO groups depending on the fertilizer treatment under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and protection*, 15, 1, 71–79. doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486 [in Ukrainian].

7. Marchenko, T.Yu., Nuzhna, M.V., & Bodenko, N.A. (2018). Modeli hibrydiv kukurudzy FAO 150–490 dlya umov zroshennya [Models FAO 150-490 corn hybrid models for irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14, 1, 58–65. doi: 10.21498/2518-1017.21498/2518-1017.14.12018.126508 [in Ukrainian].

8. Vozhegova, R.A., & Hozh, O.A. (2016). Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 3, 1, 55–60. DOI: 10.15407/agrisp3.01.055 [in English].

9. Kapustyan, M.V., Polukhina, A.V., Tymchuk, V.M., & Chernobay, L.M. (2018). Vidpratsyuvannya instrumentariyu ta alhorytmiv korehuvannya selektsiynykh prohram po kukurudzi [Development of tools and algorithms for corn breeding program correction]. *Selektsiya i nasinnytstvo – Breeding and seed production*, 113, 77-84. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134360 [in Ukrainian].

10. Kyrpa, M.Ya., Skotar, S.O., & Reva, L.I. (2012). Krupnist nasinnya kukurudzy ta tekhniko-ekonomichne znachennya tsiyeyi oznaky v tekhnolohiyakh separuvannya [The size of corn seeds and the technical and economic importance of this trait in separation technologies]. *Byuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony – Bulletin of the Steppe Zone*, 2, 20–24 [in Ukrainian].

11. Averchev, O.V., Ivaniv, M.O., Mykhalenko, I.V., & Lavrynenko, Yu.O. (2020). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy ta yikh zv'yazok z urozhaynistyu zerna za riznykh sposobiv polyvu ta volohozabezpechenosti u Posushlyvomu Stepu Ukrayiny [Biometric Indicators of Maize Hybrids and Their Relationship with Grain Yield by Different Irrigation and Moisture Provision in the Dry Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 111, 3–13. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.1> [in Ukrainian].

12. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo)* [Field experience (Irrigated agriculture)]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].