

УДК 631.53.01:633.15:631.811.98:631.67 (477.72)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.14>

ПРОЯВ І МІНЛИВІСТЬ ОЗНАКИ «МАСА ЗЕРНА З КАЧАНА» У ЛІНІЙ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГЕНЕТИЧНИХ ПЛАЗМ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Марченко Т.Ю. – к.с.-г.н., с.н.с., завідувач відділу селекції,
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук
Лаєриненко Ю.О. – д.с.-г.н., професор, головний науковий співробітник,
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення прояву і мінливості рівня ознаки «маса зерна з качана» у ліній та гібридів кукурудзи, отриманих від схрещування відмінних за групами стиглості ліній різних генетичних плазм в умовах зрошення. Встановлено, що більшу масу зерна з качана мали батьківські компоненти пізньостиглої групи в порівнянні з ранньостиглими та характеризувалися вищим рівнем стабільності прояву ознак, що вказує на прояв адаптивного гетерозису.

Гібриди F_1 створені на базі підбору самозапиляених ліній (батьківських компонентів) різних генетичних плазм, контрастних за групами стиглості, здатні забезпечувати рівень конкурсного гетерозису за ознакою «маса зерна з качана» в умовах зрошення понад 120%, а саме: гібриди, у яких за материнську форму використовували базову лінію ДК 247 плазми Змішана: ДК 247 x ХН-58-16 (FAO 280) ($G_{true} = 242\%$, $G_{hypothetical} = 249\%$, $G_{hypothetical} = 129\%$), ДК 247 x ХН-7-16 (FAO 280) ($G_{true} = 261\%$, $G_{hypothetical} = 255\%$, $G_{hypothetical} = 139\%$) та ін, що є свідченням наявності потужного потенціалу підвищення рівня врожайності зерна саме селекційними методами.

Значення показника генотипової мінливості (V_g) за ознакою «маса зерна з качанів» у батьківських компонентів мало перевищення над показником паратипової мінливості (V_m), що вказувало на пріоритетний вплив генотипу на її реалізацію та можливість проведення ефективного добору серед батьківських ліній і гібридів. Для синтезу нових високоврожайних генотипів кукурудзи в умовах зрошення перспективно використовувати у схрещуваннях лінії Змішаної плазми, що створені за участі комерційних гібридів та кросів ліній, контрастних за групами стиглості різних генетичних плазм.

Подальшого розвитку набув запропонований принцип підбору самозапиляених ліній (батьківські компоненти) різних генетичних плазм, контрастних за групами стиглості в останні роки. Створено лінійку гібридів саме за таким принципом, підготовлено до передачі до Державного сортового вивчення та реєстрації.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, лінія, маса зерна з качана, генетичні плазми.

Marchenko T.Yu., Lavrynenko Yu.O. Manifestation and variability of the trait "grain weight from the cob" in lines and hybrids of corn of different genetic plasmas under irrigation

The article presents the results of studies of the manifestation and variability of the level of the trait "grain weight per cob" in the lines and hybrids of corn produced from crossing different maturity groups of lines of different genetic plasmas under irrigated conditions. It was found that parental components of the late-matured group had a greater weight of corn on the cob compared to the early-matured ones and were characterized by a higher level of stability of the manifestation of traits, indicating the manifestation of adaptive heterosis.

F_1 hybrids are created on the basis of selection of self-pollinated lines (parent components) of different genetic plasmas, contrasting by maturity groups, capable of providing competitive heterosis on the basis of "grain of cob" under irrigation conditions over 120%, namely: hybrids in which as maternal Forms used DC Baseline 247 Plasma Mixed: DK 247 x ХН-58-16 (FAO 280) ($G_{true} = 242\%$, $G_{hypothetical} = 249\%$, $G_{hypothetical} = 129\%$), DK 247 x ХН-7-16 (FAO 280) ($G_{true} = 261\%$, $G_{hypothetical} = 255\%$, $G_{hypothetical} = 139\%$), etc., which is evidence of a high level of potential for increasing grain yields by breeding methods.

The value of the genotype variability index (V_g) on the basis of the "grain weight of cob" in the parent components was higher than the parameter paratype variability (V_m), which indicated the priority impact of the genotype on its implementation and the possibility of effective selection among parent lines and hybrids. For the synthesis of new high-yielding genotypes of maize under irrigation conditions, it is promising to use mixed-plasma lines in crossbreeds created with

the participation of commercial hybrids and crosses of lines of contrast across maturity groups of different genetic plasmas.

The principle of selection of self-pollinated lines (parental components) of different genetic plasmas, contrasting with maturity groups in recent years, has been further developed. The line of hybrids was created according to this principle and was prepared for submission to the State variety testing and registration.

Key words: corn, hybrid, line, cob grain mass, genetic plasmas.

Постановка проблеми. Створення новітнього покоління високопродуктивних гібридів кукурудзи з потужним адаптивним потенціалом, які б відповідали вимогам товаровиробників, – одне із вирішальних завдань, яке стоїть нині перед селекціонерами. Один із напрямів створення такої генерації гібридів кукурудзи – залучення в гібридизацію ліній, контрастних за групами ФАО та різних за генетичним походженням. Великі перспективи для таких схрещувань розкриваються у зрошуваних умовах півдня України, де тепловий, поживний і водний режими дозволяють застосовувати генетичні здібності форм кукурудзи всіх груп стиглості від ФАО 150 до 700.

Урожайність має дві головні складові частини: продуктивність однієї рослини та щільність стеблостою в посіві. Другу складову частину досить легко контролювати агротехнічними заходами. Значно складніше контролювати та передбачати продуктивність рослин, оскільки вона є кількісною ознакою, яка має складну структуру й функціональну організацію та контролюється полігенно. Формування складових елементів структури продуктивності залежить від генотипу й умов вирощування. Глибоке дослідження елементів продуктивності та їхні зв'язки з господарсько-цінними ознаками можуть бути використані для вдосконалення моделей гібридів для конкретних агрокліматичних зон і визначення головних елементів продуктивності в самозапилених лініях (батьківських компонентів), що є основним змістом для розроблення теорії добору з урахуванням специфіки погодних і технологічних умов зони, для якої вони створюються. Однією з головних ознак, які впливають на продуктивність рослин, є маса зерна з качана [1].

Важливим чинником ефективної селекції є розроблення гетерозисної моделі та використання сучасної зародкової плазми [2]. Створення принципово нових адаптивних гібридів кукурудзи вимагає використання нових гетерозисних моделей і створення інноваційних елітних ліній на основі змішаних зародкових плазм, що формуються на основі нових промислових гібридів. Аналіз використання за останні роки основних зародкових плазм показав, що поряд із традиційними гетерозисними групами збільшується частка ліній, що створюються на основі нових комерційних гібридів, так звана «змішана плазма». Варто зауважити, що основні зародкові плазми збереглися натепер у робочих колекціях у досить модифікованому стані, іноді вдається отримувати гібриди з досить високим рівнем конкурсного гетерозису і в межах однієї вихідної плазми [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світова селекція кукурудзи (*Zea mays* L.) в основному базується на використанні споріднених ліній різних генетичних плазм – Ланкастер, Рейд, Айодент тощо. Вони створюються переважно на основі спеціальних гібридних комбінацій, одержаних під час схрещування кращих елітних ліній. Незважаючи на обмежену кількість таких ліній, вдається синтезувати багато різних за структурою гібридів, які неоднаково реагують на самозапилення. Водночас подальший прогрес у гетерозисній селекції забезпечується постійним удосконаленням відомих базових моделей, оснований на альтернативних групах ліній. Під час створення скоростиглих гібридів кукурудзи в Інституті зернових культур та інших селекційних установах особливе місце серед вихідного матеріалу посідає

змішана плазма, яка містить тією чи іншою мірою частки елітних базових геноплазми – Рейд, Ланкастер, Айодент та ін. Формування даного вихідного матеріалу йде завдяки селекційним гібридам кращих елітних ліній різної геноплазми із залученням донорів скоростиглості, посухо- і жаростійкості та комерційних гібридів, інтродукованих із країн, де досягнення в галузі селекції та генетики на високому рівні. Такі зразки успішно пройшли селекційну оцінку за багатьма показниками, тому несуть у своєму генотипі цілий комплекс позитивних ознак [4].

У селекції кукурудзи широкоживаними є терміни «морфо-біологічна» та «гетерозисна» моделі гібридів. Морфо-біологічна модель – це такий морфотип рослини, який максимально використовує агроекологічні ресурси зони вирощування завдяки адаптованості до умов навколишнього середовища, стійкості до абіотичних і біотичних чинників. Термін «гетерозисна модель» з'явився внаслідок виявлення комбінацій, які мали високий рівень гетерозису. Визначення гетерозисної моделі впливає із джерел плазм, на основі яких вона створена. Прийнята класифікація генотипу на гетерозисні групи зародкової плазми [5].

Одними з основних зародкових плазм кукурудзи є Lancaster, Iodent, Рейд та Змішана. Зародкова плазма Lancaster бере свій початок від американського вільно запилюваного сорту Lancaster. Цей самозапильний сорт брав участь у селекційних програмах, на базі його ліній були створені сорти, стійкі до хвороб. Рослини цієї зародкової плазми відрізняються середнім і високим ростом. Зерно жовтого кольору, зубовидної форми. Мають довгий качан. Лінії, створені на базі цих гетерозисних груп, – середньо- та пізньостиглі [6].

На основі зародкової плазми Iodent були створені такі лінії, як P101, P343, GK26. Ця зародкова плазма характеризується такими ознаками, як зубовидне зерно, рослина і качан середніх розмірів. Бере свій початок від самозапильного сорту Iodent. Низка авторів зазначили, що під час створення гібридів кукурудзи із групою ФАО 200–450 найбільше використовувалась зародкова плазма Iodent. Навіть за несприятливих умов навколишнього середовища своєю високою врожайністю вирізнялися ті лінії, до складу яких увійшла ця зародкова плазма [7].

Гетерозисна група Iodent/Lancaster (Змішана) є основною під час створення середньостиглих груп стиглості гібридів. За використання гетерозисних моделей Iodent/Lancaster можна отримати гібриди, які будуть відрізнятися своїм стабільними та високими врожайми [8].

Гетерозисна група Reid (BSSS) походить від самозапильного сорту Reid Yellow Dent. Ця генетична плазма широко використовувалася в селекції українських учених. є цінним вихідним матеріалом для створення ранньостиглих ліній. Найбільш поширеними іноземними лініями є: B14, B37, B73, B84, A632, A634 [9].

Сприятливі умови Південного Степу України, а саме оптимальні температури для росту та розвитку рослин кукурудзи, наявність зрошення дають змогу вирощувати всі групи стиглості, зокрема пізньостиглі форми ФАО понад 500. Найбільш продуктивними на півдні України, за обов'язкової наявності зрошення, є гібриди кукурудзи пізньостиглої групи ФАО. Проте варто зазначити, що гібриди кукурудзи з ФАО 500–600 не кожного року можуть сформувати дозріле зерно через недостатню кількість ефективних температур і прохолодної вологої осені. Дослідженнями встановлено, що у третій декаді вересня та жовтні вологовіддача зерна значно затримується і становить не 1,2–1,5%, як у серпні – першій половині вересня, а зменшується до 0,1–0,5% (за дощової погоди може проходити вторинне зволоження зерна) [10]. Тому вирощування гібридів кукурудзи пізньої групи стиглості пов'язане з деяким ризиком для виробництва.

Аналіз використання за останні роки основних зародкових плазм ФАО 400–600 показав, що поряд із традиційними гетерозисними групами збільшується частка ліній, що створюються на основі нових синтетичних популяцій «Змішана плазма». Лінії плазми Рейд (SSS) та Ланкастер (C103) пройшли суттєву селекційну доробку в основному в напрямі прискорення втрати вологи під час дозрівання [11].

Особливо це стосується групи ліній ФАО понад 500. Так, якщо базові лінії X18, B73, X18-1, X902 (батьківські форми гібридів Перекоп, Борисфен 600) і забезпечували рівень урожайності зерна гібридів до 15 т/га, проте збиральна вологість зерна в них на рівні 25–30%, що є неприпустимим для сучасних технологій вирощування кукурудзи. Крім того, гібриди з ФАО 500–600 дуже чутливі до технологічних умов вирощування і найменші порушення технологічного регламенту призводять до різкого падіння врожайності, що нівелює їхні потенційні можливості та призводить до економічних втрат. Саме тому селекція гібридів ФАО 500–600 в умовах зрошення півдня України натеper малоперспективна і проводиться в обмеженому обсязі [12].

Основні зародкові плазми збереглися нині в робочих колекціях у досить модифікованому стані, іноді вдається отримувати гібриди з досить високим рівнем конкурсного гетерозису і в межах однієї вихідної плазми [13].

Характерно, що серед лінійного матеріалу ФАО 400–490 є досить великий спектр вихідного елітного матеріалу, який забезпечує отримання гібридних комбінацій із запрограмованим рівнем урожайності, проте елітний вихідний матеріал групи ФАО 500–600 дуже обмежений. Це пояснюється тим, що селекція гібридів ФАО понад 500 проводиться обмежено в основних селекційних установах України та Європи, що пов'язано передусім із високими витратами на досушування зерна [14].

Формування максимальної врожайності гібрида залежить від низки чинників, одним з яких є зона вирощування, де ресурси зовнішнього середовища відповідають біологічному оптимуму генотипу. Для кожного регіону існують свої оптимальні моделі нових гібридів кукурудзи, відповідно до цього проводиться селекційна робота. На основі розроблених моделей у співпраці Інституту зрошуваного землеробства й Інституту зернових культур Національної академії наук України були створені нові гібриди кукурудзи, що мають адаптованість до умов зрошення, різних режимів зрошення, адекватну прогнозовану реакцію на технологічне забезпечення і високий потенціал продуктивності [15].

Постановка завдання. Встановити фенотипову та генотипові мінливості ознаки «маса зерна з качана» у батьківських ліній, встановити рівень гетерозису за нею в гібридних комбінаціях F_1 . Дослідження проводили на полях Інституту зрошуваного землеробства протягом 2015–2019 рр. Об'єктом дослідження були самозапилені лінії (батьківські компоненти) різних генетичних плазм, контрастних за групами стиглості, та гібриди F_1 , отримані від їх схрещування. Лінії буди поділені на чотири групи – плазми Lancaster, Iodent, Reid (BSSS), Змішана. Гібриди вивчалися у контрольному розсаднику. Повторність чотириразова, облікова площа – 9,8 м².

Досліди проводились в умовах зрошення. Основним критерієм планування режиму зрошення був рівень передполивної вологості ґрунту (далі – РПВГ). Біологічно оптимальним режимом зрошення кукурудзи вважається такий режим, за якого на всіх етапах органогенезу РПВГ підтримується на рівні 80% НВ, який і було застосовано в досліді.

Методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення та селекційних досліджень із кукурудзою [16–18].

Виклад основного матеріалу дослідження. За ознакою «маса зерна з качана» серед плазми Lancaster не спостерігалось значного різноманіття (табл. 1). У більшості її складників «маса зерна з качана» перебувала в межах середньогрупового показника. Низьким рівнем паратипової мінливості досліджуваної ознаки характеризувались такі лінії: ДК2/17-3 ($V_m = 2,5\%$), ДК296 ($V_m = 2,6\%$), Кр9698, Х475 ($V_m = 2,7\%$). У всіх цих ліній значення V_m було нижчим від середньогрупового, а в лінії Х33 воно було мінімальним у групи плази Lancaster та становило 2,2%. Маса зерна з качана в лінії цієї плазми максимальною була в середньопізніх батьківських компонентів Х475 (ФАО 420), Кр9698 (ФАО 420) – 67,9 та 68,6 г відповідно. Найменшу масу зерна показала середньорання лінія ДК296 (ФАО 250) – 34,5 г.

Таблиця 1

**Характеристика базових ліній (батьківських компонентів)
за ознакою «маса зерна з качана» (2015–2016 рр.)**

Батьківський компонент	\bar{X} , г	$S\bar{x}$, г	V_m , %	Lim, г	
				min	max
1	2	3	4	5	6
Lancaster					
ДК296 (ФАО 250)	34,5	0,81	2,6	33,4	35,2
Х417 (ФАО 320)	47,2	1,13	3,4	45,2	48,4
ДК2/17-3 (ФАО 380)	56,2	0,93	2,5	55,3	58,1
Х33 (ФАО 380)	58,1	0,82	2,2	56,8	59,3
ДК633/266 (ФАО 390)	60,3	1,11	3,1	58,4	62,1
Х450 (ФАО 400)	64,4	0,92	3,3	62,1	66,3
Кр9698 (ФАО 420)	68,6	0,85	2,7	66,3	69,9
Х475 (ФАО 420)	67,9	0,94	2,7	66,1	69,8
середнє	57,2	0,94	2,8		
Lim (min – max), г 33,4–69,9					
V_g , % – 14,8					
Iodent					
ДК2421 (ФАО 250)	35,5	0,69	2,8	34,2	36,1
Х22 (ФАО 250)	36,1	1,11	2,5	35,1	36,9
Х221 (ФАО 270)	38,4	0,79	3,3	37,4	39,6
Кр2772 (ФАО 330)	46,5	0,65	3,1	45,3	48,1
ДК257131 (ФАО 350)	51,9	0,61	2,3	50,1	52,3
ДК205710 (ФАО 380)	57,3	1,05	2,2	56,1	58,6
ДК411 (ФАО 420)	64,1	0,67	2,1	63,2	65,9
середнє	47,1	0,80	2,6		
Lim (min – max), г 34,2–64,1					
V_g , % – 23,7					

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Lancaster					
ДК296 (ФАО 250)	34,5	0,81	2,6	33,4	35,2
X417 (ФАО 320)	47,2	1,13	3,4	45,2	48,4
ДК2/17-3 (ФАО 380)	56,2	0,93	2,5	55,3	58,1
X33 (ФАО 380)	58,1	0,82	2,2	56,8	59,3
ДК633/266 (ФАО 390)	60,3	1,11	3,1	58,4	62,1
X450 (ФАО 400)	64,4	0,92	3,3	62,1	66,3
Кр9698 (ФАО 420)	68,6	0,85	2,7	66,3	69,9
X475 (ФАО 420)	67,9	0,94	2,7	66,1	69,8
середнє	57,2	0,94	2,8		
Lim (min – max), г 33,4–69,9					
V_g , % – 14,8					
Iodent					
ДК2421 (ФАО 250)	35,5	0,69	2,8	34,2	36,1
X22 (ФАО 250)	36,1	1,11	2,5	35,1	36,9
X221 (ФАО 270)	38,4	0,79	3,3	37,4	39,6
Кр2772 (ФАО 330)	46,5	0,65	3,1	45,3	48,1
ДК257131 (ФАО 350)	51,9	0,61	2,3	50,1	52,3
ДК205710 (ФАО 380)	57,3	1,05	2,2	56,1	58,6
ДК411 (ФАО 420)	64,1	0,67	2,1	63,2	65,9
середнє	47,1	0,80	2,6		
Lim (min – max), г 34,2–64,1					
V_g , % – 23,7					
Змішана					
X466 (ФАО 290)	47,2	0,96	2,4	46,3	48,6
ДК247 (ФАО 290)	56,4	1,13	2,5	55,1	57,9
X5030 (ФАО 380)	61,3	0,74	2,7	60,1	63,4
ДК445 (ФАО 420)	72,4	0,58	2,1	71,6	74,5
ДК3070 (ФАО 430)	70,1	0,83	2,6	68,5	72,2
X5040 (ФАО 500)	57,2	0,72	2,1	56,1	58,4
X44 (ФАО 550)	74,7	0,64	1,6	73,2	75,6
X18 (ФАО 550)	75,8	0,88	1,8	74,2	76,9
X18/2 (ФАО 550)	74,6	0,74	2,3	72,3	75,6
середнє	65,6	0,91	2,2		
Lim (min – max), г 46,3–75,6					
V_g , % – 15,7					
Reid (BSSS)					

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6
B73 (ФАО 500)	78,4	1,04	2,1	76,1	79,3
X902 (ФАО 550)	76,2	1,05	2,5	74,4	78,2
X84 (ФАО 550)	76,8	1,06	2,8	74,1	78,3
X908 (ФАО 550)	76,1	1,12	1,6	75,6	77,9
середнє	76,9	1,07	2,3		
Lim (min – max), г 74,1–79,3					
$V_g, \% - 1,4$					
за дослідом					
середнє – 60,2					
Lim (min – max), г 33,4–75,6					
$V_g, \% - 22,9$					

Серед батьківських компонентів плазми Iodent найвища маса зерна з качана була в пізньостиглої лінії ДК411 (ФАО 420) – 64,1 г. Найменшу масу показали середньоранні лінії ДК2421, X22 (ФАО 250), 35,5, 36,1 г відповідно. У решти ліній цієї групи ліній маса зерна з качана коливалась навколо середньогрупового значення: від 38,4 г у лінії X221 (ФАО 270) до 57,3 г у ДК205710 (ФАО 380).

Паратипова мінливість досліджуваної ознаки в батьківських компонентів плазми Iodent була на низькому рівні ($V_m = 2,6\%$). Найбільш мінливою була середньорання лінія X221 (ФАО 270) ($V_m = 3,3\%$).

Показник генотипового різноманіття в кожній із груп генетичних плазм мав перевищення над відповідним показником модифікаційної мінливості, що вказує на генотипову значущість розбіжностей між батьківськими компонентами за ознакою «маса зерна з качана».

Показники паратипової мінливості (V_m) досліджуваної ознаки в новостворених ліній (батьківських компонентів) усіх плазм, що вивчаються, були на низькому рівні за загально визнаною класифікацією і не перевищували 3%, що свідчить про високий рівень стабільності їхнього прояву у зрошуваних умовах (табл. 2).

Значення генотипової мінливості серед новостворених ліній (батьківських компонентів) у середньому становило 15,6%. Показник генотипової мінливості (V_g) у межах ліній плазми Lancaster був майже в чотири рази вищим, ніж показник мінливості модифікаційної, – 9,7% проти 2,5% відповідно. Аналогічний тренд був зафіксований і в батьківських компонентів плазм Iodent та Змішаної, де показник генотипової мінливості був усемеро більшим, ніж модифікаційної, – 19,3% проти 2,7% та 18,3% проти 2,7%, що вказує на жорсткий контроль прояву досліджуваної ознаки генотипом.

У всіх гібридів F_1 за ознакою «маса зерна з качана» спостерігався значний гетерозис (табл. 3). Показники маси зерна з качана в гібридних комбінаціях були високими, у більшості гібридів перевищували відповідні показники стандартів у всіх групах. Показники істинного гетерозису були на рівні від 185 до 261%. У всіх гібридних комбінаціях показники істинного та гіпотетичного гетерозису перевищували 100%, найбільшого значення набули в гібридах, у яких за материнську лінію використані новостворені лінії плазми Змішаної: ХН-7-16 x ХН-5-16 (ФАО 300) ($\Gamma_{\text{іст}} = 230\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 230\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 118\%$), ХН-44-16 x ХН-7-16

(ФАО 250) ($\Gamma_{\text{іст}} = 246\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 221\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 113\%$), ХН-7-16 x ХН-5-16 (ФАО 300) ($\Gamma_{\text{іст}} = 230\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 230\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 118\%$), ХН-5-16 x ХН-54-16 (ФАО 390) ($\Gamma_{\text{іст}} = 248\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 233\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 111\%$). Максимальне значення гетерозису показали гібриди, у яких за материнську форму використовували базову лінію ДК 247 плазми Змішаної: ДК 247 x ХН-58-16 (ФАО 280) ($\Gamma_{\text{іст}} = 242\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 249\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 129\%$), ДК 247 x ХН-7-16 (ФАО 280) ($\Gamma_{\text{іст}} = 261\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 255\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 139\%$).

Таблиця 2

**Характеристика кращих новостворених ліній (батьківських компонентів)
за ознакою «маса зерна з качана» (2018–2019 рр.)**

Батьківський компонент	\bar{X} , г	$S\bar{x}$, г	V_m , %	Lim, г	
				min	max
Lancaster					
ХН-15-16 (ФАО 300)	59,4	0,81	2,1	58,1	60,5
ХН-35-16 (ФАО 300)	58,4	1,12	2,3	57,4	60,1
ХН-23-16 (ФАО 400)	68,9	1,01	2,8	67,1	70,9
ХН-19-16 (ФАО 400)	70,3	1,04	2,8	68,4	72,3
середнє	64,3	1,00	2,5		
Lim (min – max), г 57,4–72,3					
V_g , % – 9,7					
Iodent					
ХН-20-16 (ФАО 280)	51,4	0,60	2,2	50,1	52,3
ХН-58-16 (ФАО 300)	54,1	1,21	3,5	51,9	55,6
ХН-46-16 (ФАО 400)	75,3	0,81	2,5	73,2	76,9
ХН-52-16 (ФАО 400)	72,2	0,64	2,5	71,1	74,6
середнє	63,3	0,81	2,7		
Lim (min – max), г 50,1–76,9					
V_g , % – 19,3					
Змішана					
ХН-16-16 (ФАО 250)	47,5	0,98	2,4	46,4	48,7
ХН-44-16 (ФАО 250)	49,6	0,82	2,3	47,9	50,1
ХН-7-16 (ФАО 300)	57,9	0,85	3,2	55,6	59,2
ХН-5-16 (ФАО 380)	59,4	0,88	3,1	58,4	61,9
ХН-3-16 (ФАО 400)	72,6	1,11	2,5	71,3	74,9
ХН-54-16 (ФАО 400)	73,3	1,15	2,4	71,1	74,6
середнє	60,1	1,00	2,7		
Lim (min – max), г 46,4–74,9					
V_g , % – 18,3					
за дослідом					
середнє – 62,2					
Lim (min – max), г 46,4–76,9					
V_g , % – 15,6					

Таблиця 3
Прояв істинного ($\Gamma_{\text{іст}}$), гіпотетичного ($\Gamma_{\text{гін}}$) та конкурсного ($\Gamma_{\text{конк}}$) гетерозису за ознакою «маса зерна з качана» у гібридів F_1 (2018–2019 рр.)

Комбінація	\bar{X}, z	$S_{\bar{X}}, z$	$V_m, \%$	$\Gamma_{\text{іст}}, \%$	$\Gamma_{\text{гін}}, \%$	$\Gamma_{\text{конк}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7
материнська форма ДК 445 плазми Змішаної						
ДК 445 x ХН-52-16 (ФАО 380)	190,3	3,31	4,5	212	213	122
ДК 445 x ХН-54-16 (ФАО 380)	189,6	2,73	4,1	211	212	121
ДК 445 x ХН-3-16 (ФАО 400)	206,9	3,03	4,2	232	232	115
ДК 445 x ХН-19-16 (ФАО 400)	199,2	2,92	4,5	223	223	111
Середнє	196,5	3,00	3,8	220	220	118
$V_g, \%$ – 4,2						
материнська форма ДК 205710 плазми Iodent						
ДК 205710 x ХН-7-16 (ФАО 280)	170,6	3,77	3,6	211	215	118
ДК 205710 x ХН-15-16 (ФАО 300)	165,1	2,51	4,3	209	213	116
ДК 205710 x ХН-35-16 (ФАО 300)	163,8	3,65	4,5	209	212	115
ДК 205710 x ХН-19-16 (ФАО 300)	177,6	4,52	4,1	198	214	125
ДК 205710 x ХН-5-16 (ФАО 350)	174,5	3,61	4,2	218	223	111
ДК 205710 x ХН-23-16 (ФАО 380)	181,2	2,51	3,9	199	216	116
ДК 205710 x ХН-54-16 (ФАО 400)	180,2	3,71	4,2	200	217	115
ДК 205710 x ХН-3-16 (ФАО 400)	173,9	2,59	4,3	195	210	111
Середнє	172,9	3,36	4,1	205	215	116
$V_g, \%$ – 3,9						
материнська форма ДК 247 плазми Змішаної						
ДК 247 x ХН-20-16 (ФАО 280)	162,2	4,77	3,4	214	219	114
ДК 247 x ХН-58-16 (ФАО 280)	182,9	4,51	4,1	242	249	129
ДК 247 x ХН-7-16 (ФАО 280)	197,6	2,85	4,2	261	255	139
Середнє	180,9	4,04	3,9	239	241	128
$V_g, \%$ – 8,1						
материнська форма Кр 9698 плазми Lancaster						

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7
материнська форма Кр 9698 плазми Lancaster						
Кр 9698 x ХН-16-16 (ФАО 280)	167,9	4,88	3,1	192	223	122
Кр 9698 x ХН-44-16 (ФАО 280)	172,8	2,71	4,1	193	224	123
Кр 9698 x ХН-58-16 (ФАО 300)	185,9	3,11	4,2	206	230	131
Кр 9698 x ХН-20-16 (ФАО 300)	166,7	3,51	4,3	185	205	117
Середнє	173,3	3,55	3,9	194	220	123
$V_g, \% - 4,5$						
материнські лінії – новостворені лінії плазми Змішаної						
ХН-44-16 x ХН-7-16 (ФАО 250)	162,6	3,61	4,5	246	221	113
ХН-7-16 x ХН-5-16 (ФАО 300)	182,9	3,45	4,3	230	230	118
ХН-5-16 x ХН-54-16 (ФАО 390)	197,9	3,41	4,8	248	233	111
Середнє	181,1	3,49	4,5	241	228	114
$V_g, \% - 10,6$						
стандарти						
Скадовський (ФАО 290)	141,7					
Каховський (ФАО 380)	155,6					
Арабат (ФАО 430)	178,8					

Показники паратипової мінливості ознаки «маса зерна з качана» у гібридної групі були на низькому рівні. Максимально стабільними виявили себе комбінації середньоранньої групи ФАО: Кр 9698 x ХН-16-16 ($V_m = 3,1$), ДК 247 x ХН-20-16 ($V_m = 3,4$), ДК 205710 x ХН-7-16 (ФАО 280) ($V_m = 3,6$).

Середні значення показників генотипової мінливості за досліджуваною ознакою були майже удвічі більше паратипової мінливості, що вказує на більший вплив генотипу на фенотиповий прояв, ніж вплив умов вирощування, і можливість ефективного добору новостворених ліній за масою зерна качана.

У батьківських компонентів перевищення показників генотипової мінливості над показниками модифікаційної мінливості були більш чіткими, що вказує на вищу стійкість новостворених гібридів до дестабілізуючих умов вирощування, ніж у батьківських компонентів, що можна пояснити проявом адаптивного гетерозису.

Подальшого розвитку набув запропонований принцип підбору самозапилених ліній (батьківські компоненти) різних генетичних плазм, контрастних за групами стиглості в останні роки. Створено лінійку гібридів саме за таким принципом, підготовлено до передачі до Державного сортовипробування та реєстрації.

Висновки і пропозиції. Більшу масу зерна з качана мали батьківські компоненти пізньостиглої групи в порівнянні з ранньостиглими, характеризувалися вищим рівнем стабільності прояву ознак, що вказує на прояв адаптивного гетерозису.

Гібриди F_1 створені на базі підбору самоzapилених ліній (батьківських компонентів) різних генетичних плазм, контрастних за групами стиглості, здатні забезпечувати рівень конкурсного гетерозису за ознакою «маса зерна з качана» в умовах зрошення понад 120%, а саме: гібриди, у яких як материнську форму використовували базову лінію ДК 247 плазми Змішаної: ДК 247 x ХН-58-16 (ФАО 280) ($\Gamma_{\text{іст}} = 242\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 249\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 129\%$), ДК 247 x ХН-7-16 (ФАО 280) ($\Gamma_{\text{іст}} = 261\%$, $\Gamma_{\text{гіп}} = 255\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 139\%$) та ін, що є свідченням наявності потужного потенціалу підвищення рівня врожайності зерна саме селекційними методами.

Значення показника генотипової мінливості (Vg) за ознакою «маса зерна з качана» у батьківських компонентів мало перевищення над показником паратипової мінливості (Vm), що вказувало на пріоритетний вплив генотипу на її реалізацію та можливість проведення ефективного добору серед батьківських ліній і гібридів.

Для синтезу нових високоврожайних генотипів кукурудзи в умовах зрошення перспективно використовувати у схрещуваннях ліній Змішаної плазми, що створені за участі комерційних гібридів і кросів ліній, контрастних за групами стиглості різних генетичних плазм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Нужна М., Боденко Н. Моделі гібридів кукурудзи ФАО 150–490 для умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 1. С. 58–65. DOI: 10.21498/2518-1017.21498/2518-1017.14.12018.126508.
2. Дзюбецький Б., Черчель В. Сучасна зародкова плазма в програмі з селекції кукурудзи в Інституті зернового господарства УААН. *Селекція і насінництво* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2002. Вип. 86. С. 11–19.
3. Дзюбецький Б., Абельмасов О. Характеристика тесткросів ранньостиглих ліній кукурудзи плазми Айодент в умовах північної зони Степу України. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 5–13. DOI: 10.31867/2523-4544/0001.
4. Черчель В., Гайдаш О. Селекція скоростиглих гібридів кукурудзи (*Zea mays L.*) на базі Змішаної зародкової плазми. *Зернові культури : науковий журнал*. Дніпро, 2017. № 1. Т. 1. С. 10–16.
5. Відпрацювання інструментарію та алгоритмів корегування селекційних програм по кукурудзі / М. Капустян та ін. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 77–84. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134360.
6. Derkach K., Abraimova O., Satarova T. Regulation of in vitro morphogenesis in maize inbreds of the Lancaster group. *Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu*. Seriya "Biolohiya, Ekolohiya". 2016. Vol. 24 (2). P. 253–257. DOI: 10.15421/011631.
7. Абельмасов О., Бебех А. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самоzapилених ліній кукурудзи в різних умовах вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Vol. 14. № 2. P. 209–214. DOI: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771.
8. Черчель В., Гайдаш О., Таганцеві М. Мофробиологічна характеристика ліній кукурудзи Змішаної плазми в умовах Степу України. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони Національної академії аграрних наук України*. Дніпропетровськ, 2015. № 8. С. 99–104.
9. Betran F., Beck D., Bänziger M. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Science*. 2003. Vol. 43. № 3. P. 807–817. DOI: 10.2135/cropsci2003.8070.

10. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates / S. Mason et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2019. № 20 (1). P. 194–207. DOI: 10.5513/JCEA01/20.1.2106.
 11. Troyer A. Background of U.S. *Hybrid Corn II*. *Crop Science*. 2004. Vol. 44. № 2. P. 370–380. DOI:10.2135/cropsci2004.3700.
 12. Genetic dissection of yield-related traits and mid-parent heterosis for those traits in maize (*Zea mays* L.) / Q Yi et al. *BMC plant biology*. 2019. № 09. С. 41–47. DOI: 10.1186/s12870-019-2009-2.
 13. Kolisnyk O. The resistance of corn self-pollinated lines and hybrids to major diseases and pests in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 53–60. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.06.
 14. Каленська С., Таран В. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 4. С. 415–421. DOI: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909.
 15. Irmak S., Djaman K. Effects of planting date and density on plant growth, yield, evapotranspiration, and water productivity of subsurface drip-irrigated and rained maize. *Transactions of the ASABE*. 2016. Vol. 59 (5) P. 1235–1256. DOI: 10.13031/trans.59.11169.
 16. Вожегова Р., Лавриненко Ю., Гож О. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. Херсон : Грінь Д.С., 2015. 104 с.
 17. Методичні вказівки з насінництва кукурудзи в умовах зрошення / Ю.О. Лавриненко та ін. Херсон : Айлант, 2008. 212 с.
 18. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В.О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.
-