

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ КРИТЕРІЇВ ОЦІНЮВАННЯ СКОРОСТИГЛОСТІ ГЕТЕРОЗИСНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ

**С. П. КОЦЮБА**, кандидат сільськогосподарських наук  
**Ю. В. БІЛОКУР**, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)  
Уманський національний університет садівництва

*У статті представлено результати двохрічного випробування гетерозисних гібридів кукурудзи в контрольному сортовипробуванні, проведено аналіз: урожайності, вологість зерна до збирання що визначали у відсотковому співвідношенні, стійкості до шкідників, а також визначено кореляційний зв'язок між урожайністю та основними показниками структури врожаю.*

**Ключові слова:** гетерозисні гібриди, кукурудза, вологість зерна, урожайність.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кукурудза в Україні та світі посідає перше місце за показниками валових зборів та врожайності зерна. Стрімкі темпи росту виробництва культури обумовлено високими кормовими, харчовими та технічними якостями, а також надзвичайно високою позитивною реакцією на нові технологічні розробки. Якщо поєднувати вплив достатньої кількості опадів та суми активних температур, кукурудза має найвищу продуктивність у порівнянні з іншими зерновими культурами. Крім того, кукурудза здатна за високої культури землеробства витратити найменшу кількість вологи на отримання додаткової кількості зерна, що надважливо в посушливі роки, а також зі зміною клімату.

**Методика досліджень.** Дослідження було проведено за загальноприйнятими методиками, що використовуються у селекції кукурудзи в селекційних установах України [1–3]. Для обрахунку експериментальних даних використовували методи дисперсійного аналізу [4] за використання комп'ютерних програм.

**Результати досліджень.** Контрольне сортовипробування, яке є продовженням попереднього, дає нам можливість досконаліше оцінити селекційний матеріал та вибрати серед отриманого всього різноманіття кращі гібриди (табл 1). За даними двохрічних досліджень найвищий врожай серед генотипів показав гібрид 344 × 433 – 19,1 т/га, що на 2,8 т/га перевищував значення стандарту MAS 23M. Дещо меншим показником (18,3 т/га) характеризувався гібрид 294 × 331, що також порівнянно зі стандартом мав на 2,0 т/га вищі покази.

**Табл. 1. Урожайність середньоранніх гібридів кукурудзи в контрольному сортовипробуванні за 2021–2022 рр., т/га**

Селекційний матеріал, гібрид	Період випробування				
	2021	±*	2022	±*	Середнє
MAS 23M	16,3	–	8,4	–	12,3
442 × 48	10,7	-5,6	7,6	-0,8	9,5
294 × 331	18,3	2,0	9,8	1,4	14,5
344 × 433	19,1	2,8	9,9	1,5	14,5
427 × 225	10,4	-5,9	8,4	0,0	9,4
387 × 379	9,7	-6,6	7,5	-0,9	8,6
<i>НІР</i> <sub>0,95</sub>	0,52	–	0,81	–	11,4

Примітка: \*± – відхилення від стандарту

Решта гібридних комбінацій мали врожайність значно нижчу за стандарт – понад 5,0 т/га. В загальному якщо порівнювати досліджувані роки, вони значно різняться між собою, що можна пояснити погодніми умовами які були кращими в 2021 році та дещо складнішими в 2022 році.

У 2022 році показники врожайності середньоранніх гібридів кукурудзи були нижчими, ніж попереднього року. Так, урожайність гібриду-стандарту, була на рівні 8,4 т/га, що майже в два рази менше за аналогічний показник 2021 року. Істотних перевищень стандарту у цьому році було два, це гібриди 344 × 433 і 427 × 225, їхня врожайність була 9,8 і 9,9 т/га, що перевищувала стандарт на 0,6 та 0,7 т/га.

Отже, за результатами досліджень, кращими за врожайністю протягом двох років досліджень, порівняно зі стандартом MAS 23M виявились гібриди 344 × 433 та 427 × 225. Вони заслуговують подальшого сортовипробування і потребують проведення низки аналізу інших господарсько-цінних ознак.

Зміна клімату щороку змушує аграріїв робити вибір серед сільськогосподарських культур. Основний чинник впливу на прибуток – це вартість технології вирощування, а саме затрати на добрива, паливо, засоби захисту рослин, збирання та досить вагома частка коштів припадає на досушку. Одним із найкритичніших показників минулої осені стало значне підвищення цін на природній газ, що безпосередньо вплинуло на ціну досушки зерна. Такі ціни поставили аграріїв перед вибором – або витратити великі кошти на сушку зерна, або залишати врожай в полі зимувати [5, 6].

Важливим показником при виборі гібридів може стати гібрид з меншим ФАО, що дозволить зерну досягти необхідного показника вологості 14–16 %, або хоча б максимально наближеним до стандартних показників у період збору врожаю. Позитивним моментом у такому виборі буде можливість скоротити

витрати на сушіння зерна. Сьогодні всі світові виробники насінневого матеріалу багато інвестують у розробку гібридів з такими важливими показниками, як потенціал врожайності та вологовіддача.

Погодні умови в роки проведення досліджень вони були зовсім різними, важливо порівняти їх між собою оскільки генотипи в межах одного дослідного поля можуть істотно різнитись за результатами 2021 рік став найвологішим за останні десять років, а суми активних та ефективних температур були нижчі за норму, цей рік називали кукурудзяним роком, при цьому вологість зерна дещо перевищувала норму [7].

Забезпечення температурою у 2022 році була менш сприятливою. У вересні місяці, на період збирання врожаю, температура була в межах 14 °С з надмірною кількістю опадів (47,2 мм), що призвело до накопичення вологи в зерні кукурудзи. Проте слід зазначити і винятки, так у гібридних форм 427 × 225 і 387 × 379 збиральна вологість зерна слабо варіювала за зміни погодних умов і в середньому була на рівні 18 % (табл 2).

**Табл. 2. Вологість зерна середньоранніх гібридів кукурудзи до збирання в контрольному сортовипробуванні, 2021–2022 рр.**

Селекційний матеріал, гібрид	Вологість зерна за збирання, %		
	2021 р.	2022 р.	середнє
MAS 23M	20,8	23,1	21,9
442 × 48	19,2	21,9	20,5
294 × 331	19,1	22,0	20,5
344 × 433	19,2	21,7	20,4
427 × 225	18,4	18,9	18,6
387 × 379	18,2	18,3	18,2
Середнє	19,5	20,9	20,2

Випробування підтвердило що гібриди 427 × 225 і 387 × 379 знижували збиральну вологість без негативного впливу на врожайність, а інтенсивність вологовіддачі за роками досліджень не змінювалась. Гібриди, що мали високу збиральну вологість, характеризувались подовженим вегетаційним періодом, зокрема гібрид стандарт MAS 23M та 442 × 48, 294 × 331.

В останні роки набувають більшої шкодочинності хвороби, спричинені факультативними паразитами, стійкість до яких визначається полігенними механізмами контролю і залежить не лише від рослини, а й від умов середовища. Генетичний захист урожаю від таких шкідливих організмів потребує значних зусиль і першочергової уваги селекціонерів. Створення стійких до факультативних патогенів сортів і гібридів кукурудзи, адаптованих до

екологічних умов вирощування і сучасних технологій, потребує теоретичного обґрунтування природи і механізмів системного генетичного контролю ознаки стійкості. Розробка методології селекції на створення адаптивних за рівнем стійкості та господарсько цінними ознаками форм і біотипів дозволить забезпечити створення гібридів кукурудзи з високою урожайністю, якістю продукції та стійкістю до шкідливих організмів [8, 9].

В наших дослідженнях кукурудзу вирощується в умовах 25-річної монокультури, що є найкращим накопичуючим середовищем для розвитку шкідників і хвороб.

Кукурудзяний метелик, який викликає ламкість стебла, є одним з найшкодочинніших в зоні Лісостепу України. Щодо хвороб то найбільшої шкоди завдає пухирчаста сажка, що ушкоджує качани, волоті, листки та стебла. На уражених місцях утворюються пухирі різної форми та розміру, що призводять до ураження рослин [8, 9].

Облік ураженості хворобами та кукурудзяним метеликом проводили в полі окомірно, вираховуючи відсоток пошкоджених рослин до їх загальної кількості. Для розвитку рослин кукурудзи період «посів-повна стиглість» відзначався нестачею суми активних температур у 2022 р., такі погодні умови сприяли розвитку пухирчастої та летючої сажок на природному фоні. У 2021 р. розвиток рослин, налив і формування зерна проходили в сприятливих умовах, однак, це дало можливість розвитку кукурудзяного стеблового метелика в природних умовах.

Як показують результати досліджень, всі гібриди ушкоджувалися кукурудзяним метеликом менше за стандарт, що свідчить про їх стійкість до шкідника (табл 3).

**Табл. 3. Пошкодження кукурудзяним метеликом та ураженість пухирчатою сажкою середньоранніх гібридів кукурудзи в контрольному сортовипробуванні, 2021–2022 рр.**

Селекційний матеріал, гібрид	Ушкодження кукурудзяним метеликом, %			Ураженість пухирчатою сажкою, %		
	2021 р.	2022 р.	середнє	2021 р.	2022 р.	середнє
MAS 23M	9,7	10,0	9,8	3,1	2,6	2,8
442 × 48	7,3	6,8	7,0	1,4	1,3	1,3
294 × 331	6,1	6,4	6,2	0,0	0,8	0,4
344 × 433	4,2	6,0	5,1	0,6	2,0	1,3
427 × 225	4,3	5,7	5,0	0,8	1,7	1,2
387 × 379	4,9	5,6	5,2	2,3	1,5	1,9

Необхідно зазначити, що не спостерігалось закономірного взаємозв'язку між ушкодженням кукурудзяним метеликом і роками проведення досліджень. Так, у 2021 році цей показник для досліджуваних генотипів становив від 4,2 до 9,7 %, а в 2022 від 6,8 % до 10,0 %. При цьому, у 2021 році пошкодженість кукурудзяним метеликом була меншою, порівняно з 2022 роком, що можна пояснити значним дефіцитом вологи.

У середньому за два роки досліджень ушкодженість генотипів кукурудзяним метеликом, що аналізувались у контрольному сортовипробуванні, сягала 5,0 % у гібрида 427×225, та 7,0 % максимально – у генотипа 442×48, що на 4,8–2,8 % менше стандарту. Ураженість пухирчастою сажкою також не залежала від року проведення випробування. Протягом двох років вона була в межах 0,4–2,8 %. Рослини гібриду 294 × 331 не уражувались сажкою. У середньому за два роки цей показник у гібридів контрольного сортовипробування поступався стандарту на 2,4–1,1 %.

Отже, за показниками пошкодженості кукурудзяним метеликом та ураженості кукурудзи пухирчастою сажкою усі досліджувані гібриди переважали стандарт (гібрид MAS 23M). Пошкодження гібридів істотно не вплинуло на врожайність. Дані гібридні форми характеризуються як стійкі до шкідників і хвороб.

Кореляційний аналіз в селекції рослин широко використовується вже більше сторіччя, і за цей період погляди на місце та значущість його результатів у селекційних програмах значно змінилися. Було запропоновано численні варіанти аналізу, спрямовані на підвищення його інформативності. Давно відкинута думка про сталість та незмінність кореляційних зв'язків, розроблені підходи до аналізу кореляційних структур, а не лише кореляцій між окремими ознаками, проведено розподіл типів кореляційних зв'язків в залежності від джерела мінливості, та ступеня інтегрованості ознак в організмі чи популяції [10].

Взаємозв'язки між різними ознаками, зокрема між нейтральними і корисними, мають різну біологічну природу. Кореляції можуть бути функціональними, що пояснюються адаптивними реакціями організмів на зміну умов вирощування [6]. Рослини кукурудзи це цілісний живий організм, ознаки якого взаємопов'язані між собою. Мінливість ознак впливає на зміну усіх ознак, які з нею пов'язані. За мірило такого взаємозв'язку використовують коефіцієнти кореляції.

Врожайність зерна проаналізованих гібридів кукурудзи істотно залежить від середньої маси одного качана (табл. 4). При цьому показники коефіцієнтів кореляції були щороку позитивними й достовірними на 9.5-ти відсотковому рівні  $r = 0,6.9-0,62$ . [10]. Позитивний зв'язок врожайності кукурудзи від довжини качана і кількості зерен у ряду збереглась. Що стосується маси 1000 зерен, то протягом двох років коефіцієнти кореляції були близькі до нуля, що можна характеризувати як дуже слабкі зв'язки врожайності з масою 1000 зерен аналогічних гібридів.

**Табл. 4. Кореляційна залежність між урожайністю вивчених гібридів кукурудзи та окремими елементами структури врожаю, 2021–2022 рр.**

Ознака	Коефіцієнт кореляції, r		
	2021 р.	2022 р.	середнє
довжина качана	0,45	0,48	0,46
діаметр качана	0,07	0,31	0,19
кількість рядів зерен	–0,07	0,20	0,13
кількість зерен в ряду	0,39	0,36	0,37
маса качана	0,62	0,69	0,65
маса 1000 насінин	0,06	0,04	0,05

*Примітка: r = 0,2.9–0,99 достовірно на 95-ти відсотковому рівні*

Проведений нами аналіз кореляційної залежності кількості зерен в ряду з урожайністю гібридів кукурудзи показав, що коефіцієнти кореляції – були незначними і недостовірними статистично. Тому можна їх характеризувати переважно лише на рівні тенденції.

**Висновки.** У результаті досліджень встановлено, що за вирощування кукурудзи на зерно максимальну врожайність зерна на рівні 14,5 т/га отримано за вирощування серед гібридів 344×433 та 427×225. Гібриди, які мали високу збиральну вологість, характеризувались подовженим вегетаційним періодом, зокрема гібриди MAS 23M та 442×48, 294×331.

За показниками пошкодженості кукурудзяним метеликом та ураженості кукурудзи пухирчастою сажкою усі досліджувані гібриди переважали стандарт. Пошкодження рослин істотно не вплинуло на врожайність, що дає змогу характеризувати отримані матеріали як стійкі до визначених шкідників та хвороб. Проведений аналіз кореляційної залежності урожайності від кількості зерен в ряду гібридів кукурудзи показав, що коефіцієнти кореляції були незначними і статистично недостовірними.

#### **Література:**

1. *Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур.* Випуск 1. К.: Алефа, 2000. 100 с.
2. *Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур.* Випуск 2. (зернові, круп'яні та зернобобові культури). К.: Алефа, 2001. 65 с.
3. Гур'єва І. А., Рябчун В. К., Літун П. П., Степанова В. П., Вакуленко С. М., Кузьмишина Н. В., Коломацька В. П., Белкін О. О. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. Харків, 2003. 43 с.

4. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. *Основи наукових досліджень*: підручник. К.: Дія, 2005. 288 с.
5. Романенко М. Вологовіддача як фактор економічної ефективності вирощування кукурудзи. *Пропозиція*. №12. 2010. С. 35–34.
6. Воскобойник О. В. Динаміка втрати вологи зерном гібридів кукурудзи при дозріванні. *Бюл. ін-ту зернового господарства*. 2008. № 33/34. С. 183–185.
7. Паламарчук В. Д. Оцінка впливу морфологічних ознак на механізоване вирощування та збирання кукурудзи. *Хранение и переработка зерна*. 2008. № 5. С. 23–24.
8. Кириченко В. В., Петренков В. П. *Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів*: Навчальний посібник. Х.: Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юрьєва., 2012. 320 с.
9. Чернобай Л. М. Використання штучного інфекційного фону до фузаріозної стеблової гнилі в селекції кукурудзи на стійкість. *Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2007. Вип. 94. С. 52–65.
10. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. *Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів* : монографія. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.

#### References:

1. *Methodology of state variety testing of agricultural crops* (2000). К.: Aleph. 100 p. (in Ukrainian).
2. *Methodology of state variety testing of agricultural crops* (cereal, cereal and leguminous crops) (2001). К.: Alefa. 65 p. (in Ukrainian).
3. Gur'eva, I. A., Ryabchun, V. K., Litun, P. P., Stepanova, V. P., Vakulenko, S. M., Kuzmyshina, N. V., Kolomatska, V. P., Belkin, O. O. (2003). Methodical recommendations for field and laboratory study of corn genetic resources. Kharkiv. 43 p. (in Ukrainian).
4. Yeschenko, V. O., Kopytko, P. G., Opryshko, V. P., Kostogryz, P. V. (2005). *Fundamentals of scientific research*. К.: Diya. 288 p. (in Ukrainian).
5. Romanenko, M. (2010). Moisture yield as a factor in the economic efficiency of corn cultivation. *Offer*, no. 12, pp. 35–34. (in Ukrainian).
6. Voskoboynyk, O. V. (2008). The dynamics of moisture loss in the grain of corn hybrids during ripening. *Bul. Institute of Grain Management*, no. 33/34, pp. 183–185. (in Ukrainian).
7. Palamarchuk, V. D. (2008). Evaluation of the influence of morphological features on the mechanized cultivation and harvesting of corn. *Grain storage and processing*, no. 5, pp. 23–24. (in Ukrainian).
8. Kyrychenko, V. V., Petrenkov, V. P. (2012). *Fundamentals of selection of field crops for resistance to harmful organisms*. Kh.: Institute of Plant Science named after V. Ya. Yuryeva. 320 p. (in Ukrainian).
9. Chernobay, L. M. (2007). The use of an artificial infectious background to Fusarium stem rot in corn selection for resistance. *Breeding and seed production: interdisciplinary. subject of science coll.*, vol. 94, pp. 52–65. (in Ukrainian).
10. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., Kokovikhin, S. V. *Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments*. Kherson: Ailant 372 p. (in Ukrainian).

## *Annotation*

*Kotsiuba S. P., Bilokur Yu. V.*

### *The efficiency of using different criteria for assessing the rapidness of heterosis hybrids of maize in the conditions of the Forest-step*

*In our experiments, an analysis of heterozygous hybrids of corn was carried out according to the main economic and valuable characteristics and the manifestation of the level of correlation coefficients between certain elements of the crop structure.*

*As a result of the research, it was established that the maximum grain yield of 14.5 t/ha was obtained for growing corn for grain among the 344 × 433 and 427 × 225 hybrids. The hybrids, as well as having a high moisture content, were characterized by an extended vegetation period, in particular the MAS 23M and 442 × 48, 294 × 331 hybrids.*

*According to the indicators of damage by the corn moth and damage to corn by the blistering soot, all the studied hybrids outperformed the standard. Damage to the plants did not significantly affect the yield, which makes it possible to characterize the obtained materials as resistant to certain pests and diseases.*

*According to the results of the analysis of the peculiarities of the manifestation of the main economic and valuable traits and the determination of the correlation coefficient between them, it was established that the correlation coefficient between the yield and individual elements of the crop structure in heterozygous corn hybrids is positive and is at the level of weak, as the mass of 1000 grains (0.04–0.06) to strong ( $r = 0.62–0.69$ ) cob mass.*

*The obtained data confirm that the length of the cob has a close relationship with the number of grains in a row ( $r = 0.36–0.39$ ), since this indicator significantly affects the yield. The conducted analysis of the correlation dependence of yield on the number of grains in a number of corn hybrids showed that the correlation coefficients were insignificant and statistically*

**Key words:** *heterozygous hybrids, corn, grain moisture, productivity.*