

СИСТЕМА НАСІННИЦТВА ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ДОБОРУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

ПАЩЕНКО Н.О. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-2335-4779

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ЛОБКО Т.К. – старша викладачка

orcid.org/0000-0002-5584-6041

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Система насінництва кукурудзи містить кілька етапів: 1 – створення й розмноження самоzapильних ліній (оригінатори гібридів, власники та підтримувачі гібридів, які виробляють насіння вихідних батьківських форм); 2 – виробництво й розмноження насіння батьківських форм (супереліти, еліти, першої та другої генерації самоzapильних ліній і їх аналогів, першого покоління гібридів-батьківських форм); 3 – виробництво насіння першого покоління (F₁) гібридів кукурудзи; 4 – післязбиральна доробка насіння на насінневих заводах.

У звичайній усталеній системі насінництва, яка існує з кінця 50-х років ХХ століття, всі етапи виробництва й доробки насіння виконують різні підприємства-виробники, де контроль якості можна здійснити лише на певному етапі й відповідальність за рівень типовості або гібридності насіння, а також за посівні якості несуть різні юридичні особи. На відміну від цього, у фірмовій системі насінництва, де всі етапи виробництва насіння (від створення батьківських компонентів до передпосівної підготовки насіння F₁) сконцентровані в одному підприємстві й виконуються в єдиному технологічному циклі, контроль якості здійснюється безпосередньо на цьому підприємстві й відповідальність за всі показники несе одна юридична особа [1].

На практиці використовуються 2 методи контролю сортових якостей насіння кукурудзи: польовий (грунт-контроль) і лабораторний (електрофорез). Методом електрофорезу зеїна можна визначити рівень типовості або гібридності насіння самоzapильних ліній, простих, модифікованих, трілінійних і подвійних міжлінійних гібридів. До переваг цього методу можна віднести те, що контроль якості можна здійснити задовго до сівби,

до недоліків – можливу невідповідність пробного зразка всій партії насіння й обов'язкова наявність зразків вихідних батьківських форм. Грунтовий контроль проводять з метою доповнення та уточнення даних польової апробації в разі виникнення спірних питань. При цьому ідентифікують морфологічні ознаки рослин з метою виявлення нетипових. Грунтовий контроль проводять в той же сезон, коли й було реалізовано насіння, тому його результати несуть, як правило, застарілий характер.

Селекційно-насінницькі підприємства, що використовують у своїй практиці фірмову систему насінництва, грунтний контроль кожної партії насіння проводять в т.зв. зимових розсадниках в південній півкулі. Його перевагою є те, що задовго до реалізації насіння в зимовий період визначається рівень типовості й сортової чистоти гібридів і на цій підставі, після отримання достовірних даних, приймається рішення щодо відповідності кожної партії [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Насіння гібридів для товарного виробництва має відповідати нормам якості, згідно з якими вміст основного насіння має становити не менше 98 %, схожість не менше 92 %, вологість не вище 14 %. За методикою, розробленою в Інституті зернового господарства розрізняють 7 класів пошкодження насіння [3]. Найбільш небезпечні пошкодження 1–3 класів, пов'язані з макротравмами зародка й ушкодженням шкідниками. Від цих травм насіння буває несхожим або з сильно зниженою життєздатністю й схожістю (табл. 1).

До 4 класу відносяться насіння з макротравмами ендосперму, що призводить до ураження хворобами й зниження схожості. До 5–6 класу відносять насіння з мікротравмами зародка й макротравмами насіння

Таблиця 1

Норми посівних якостей насіння кукурудзи за методом індексованої оцінки придатності (Інститут зернового господарства)

Показники	Індекс придатності		
	високий	середній	низький
Схожість, % • лабораторна • холодне пророщування	96–100	93–95	92
	85–100	70–84	<70
Енергія проростання, % • всього • Δ зі схожістю	92–100	85–95	70–84
	3–4	5–10	>10
Кількість сильних ростків довжиною >5 см	90–100	80–90	<80
Травмування зародка (механічне), %	<10	10–20	>20
Тріщинуватість насіння (теплова), %	<30	30–50	>50

у вигляді обваленого зародкового чохлика, що призводить до зниження сили росту, що в свою чергу впливає на польову схожість і продуктивність рослин. 7 клас пошкоджень характеризується мікротравмами ендосперму у вигляді внутрішніх тріщин, які ослаблюють насіння в процесі зберігання [4, 5].

При обваленні зародкового чохлика біля основи зародка часто з'являється чорна цяточка. Це свідчить про відмирання провідних тканин і припинення надходження пластичних речовин до зернівки, тобто відбувається процес дозрівання зерна. При утворенні стійкої чорної цятки зерно знаходиться у повній стиглості і його вологість $\leq 30\text{--}35\%$. Не слід плутати чорну цятку біля основи зародка зерна кукурудзи з т.зв. «чорним зародком» у колосових злаків, який проявляється внаслідок ураження грибами *Alternaria tenuis* Nees (альтернаріоз) та рідше *Helminthosporium sativum* P. K. et B. (гельмінтоспоріоз) [2].

Вміст в загальній партії 5 % насіння з макротравмами зародка практично не впливає на польову схожість, 10 %-й вміст знижує показники на 3–8 %, 15 %-й – на 5–11 %, 20–30 %-й – на 9–22 %. При протруюванні пестицидами показники схожості партії насіння з різним вмістом травмованих зародків підвищуються в середньому на 5 %.

Обробка насіння пестицидами (фунгіцидами та інсектицидами) істотно знижує ураження насіння й проростків хворобами й пошкодження шкідниками, внаслідок чого значно збільшується польова схожість. Обробка насіння системними препаратами запобігає ймовірності захворювання рослин і пошкодження шкідниками в більш пізні періоди росту й розвитку. Цей прийом вважається обов'язковим у технології підготовки насіння кукурудзи. Обробку інсектицидами доцільно проводити при перевищенні економічного порогу шкодочинності ґрунтових шкідників (дротяників і несправжніх дротяників), який становить 2 екз./м². Обробка насіння мікроелементами й стимуляторами росту підсилює стійкість рослин до несприятливих погодних факторів, покращує процеси росту, розвитку та формування продуктивності.

Оптимальним терміном протруювання насіння вважається період за 10 днів до сівби, однак практика насінницьких підприємств свідчить про можливість довгострокового (2–3 роки) зберігання протруєного насіння кукурудзи без істотного зниження якісних показників. На сучасних насінневих заводах насіння завчасно обробляється пестицидами й відразу ж підсушується до відповідної вологості, тому небезпеки з пониженням якості у завчасно протруєного насіння немає. Подвійна, та що чергується у часі, обробка насіння протруйниками не завжди виправдана, оскільки при цьому може бути знижена ефективність попереднього препарату внаслідок порушення цілісності прилипачів, часткового вимивання діючої речовини, зниження його концентрації, рівномір-

ності розподілу й т.і. Комплексну обробку доцільно проводити безпосередньо на насінневих заводах за попереднім замовленням. При цьому зменшуються виробничі витрати та вартість насіння.

Мета. Ціллю досліджень було виявлення оптимальних схем посіву батьківських форм гібридів на ділянках гібридизації кукурудзи, які б забезпечували повноцінне запилення і озернення качанів материнського компонента. Окремим етапом роботи було виявлення основних критеріїв добору гібридів кукурудзи на основі сучасних даних змін клімату, біологічних властивостей і господарсько-цінних ознак нових гібридів кукурудзи.

Матеріали та методика досліджень. Польові експерименти проводили за загальноприйнятими в рослинництві методиками [6]. Досліди закладали методом розщеплених ділянок, де ділянками першого порядку були батьківські форми гібридів кукурудзи, другого – схеми їх посіву на ділянках гібридизації.

Результати досліджень. Вирощування насіння гібридів першого покоління здійснюється на ділянках гібридизації шляхом висіву батьківських компонентів з чергуванням рядків материнської і батьківської форм у співвідношенні 2:1, 3:1, 4:1 та 5:1 (схеми посіву відповідно 4:2, 6:2, 8:4 та 10:2). Найбільш поширеною і технологічно зручною є схема посіву 6:2 (рис. 1).

За різних схем посіву змінюється не лише співвідношення батьківських компонентів, а і продуктивна частка материнської форми, що в цілому позначається на урожайності насіння з одиниці площі. При цьому слід враховувати, що збільшення частки материнської форми призводить до закономірної віддаленості її рядків у посіві від рослин-запилювачів. Багаторічні спостереження і дослідження авторів, які були проведені в різні роки в Дослідному господарстві «Дніпро» і науково-виробничому фермерському господарстві «Компанія Маїс» свідчать, що при поступовій віддаленості рядків рослин материнської форми від батьківської в посіві планово знижується ступінь запліднення, а отже і величина озерненості качанів першої із них (табл. 2). Тобто, збільшення частки материнської форми на ділянках гібридизації не завжди призводить до росту урожайності насіння внаслідок зниження ступеня озерненості качанів.

Подальший аналіз, який проводили через побудову точкової діаграми із нанесенням даних фактичних показників озерненості качанів, дозволив відтворити тренд зміни ступеня запліднення залежно від рівновеликої віддаленості рядків материнської форми від батьківської на ділянках гібридизації. Він підтверджує загальну концепцію того, що віддаленість рядків батьківських компонентів не повинна перевищувати 2,1 м, за якої ступінь озерненості качанів материнської форми становить більше 80 % (рис. 2). Такий тип можливий за схеми посіву 6:2.

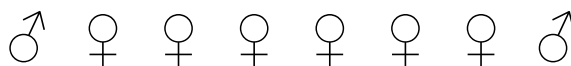


Рис. 1. Схема розташування батьківського (♂) і материнського (♀) компонентів на ділянках гібридизації за схемою посіву 6:2

Таблиця 2

Ступінь озерненості качанів за різної віддаленості рядів материнської форми від батьківської, %

Схеми посіву	Віддаленість рядів материнської форми від батьківської:				
	0,7 м	1,4 м	2,1 м	2,8 м	3,5 м
6:2	87,7	81,4	75,7	–	–
10:2	88,9	82,3	80,3	72,8	67,5

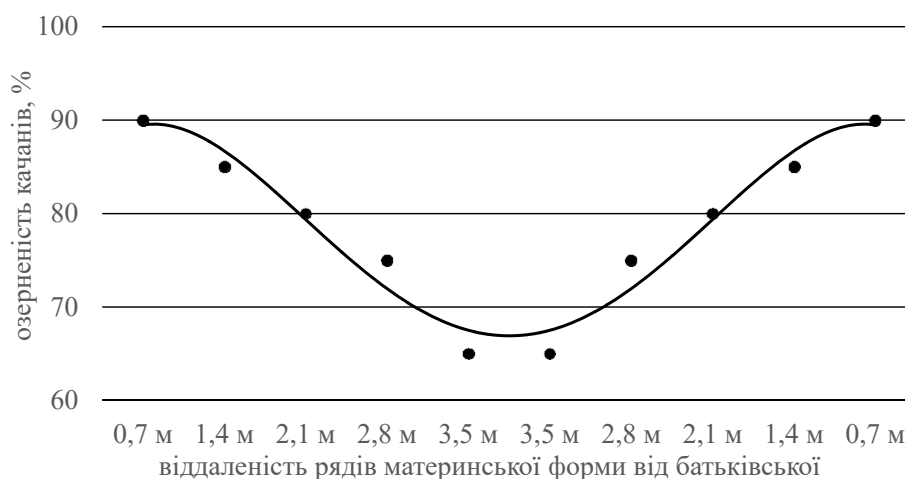


Рис. 2. Тренд зміни ступеня озерненості качанів материнської форми за різної віддаленості її рядів від батьківської

За якими ознаками потрібно підбирати гібриди кукурудзи? Перш за все, слід визначити наявність теплових і водних ресурсів, необхідних для визрівання гібридів з різним терміном вегетації та визначитися з групою стиглості гібридів. Для вирощування на зерно найбільш важливі господарсько цінні ознаки гібридів кукурудзи – врожайність і вологість зерна, які дуже тісно пов'язані зі скоростиглістю. Для вирощування на силос в першу чергу необхідно визначити гібриди, які забезпечують високі показники формування вегетативної маси, вміст в ній сухої речовини й частини качанів із зерном. Не менш важливі адаптивні властивості гібридів – холодостійкість (для вирощування в ранніх посівах), жаростійкість та посухостійкість (при вирощуванні в посушливих регіонах).

Крім цього слід враховувати співвідношення показників врожайності та вологості зерна, що істотно впливає на економіку вирощування. Ця потенційна здатність гібридів знаходиться в тісному кореляційному зв'язку з показниками рентабельності виробництва та з високою часткою ймовірності (до 90 %) відображає співвідношення доходу від вирощеної продукції до витрат на її вирощування та доробку.

При розташуванні посівів кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах слід враховувати, що в північних регіонах теплові ресурси для середньопізніх гібридів обмежені, в зв'язку з чим їх дозрівання може бути досить тривалим [7, 8, 9]. У південних регіонах критичним може бути дефіцит ґрунтової вологи і в окремі роки середньопізні гібриди дозрівають передчасно та формують меншу врожайність, ніж середньостиглі гібриди [10, 11]. Просування посівів кукурудзи з південного сходу на пів-

нічний захід супроводжується поліпшенням умов вологозабезпечення й зниженням надходження сонячної радіації та тепла, що подовжує період вегетації гібридів від 7 до 14 днів. Внаслідок кращої вологозабезпеченості та достатніх ресурсів тепла збільшення врожайності зерна супроводжується підвищеною його вологістю.

Проходження основних фаз розвитку, як то цвітіння, формування й налив зерна у гібридів різних груп стиглості відбувається в різний час, який може співпадати або ні з настанням несприятливих погодних умов (повітряної та ґрунтової посухи, спеки тощо). До того ж гібриди і визрівають в різний час та з різною вологістю зерна. В зв'язку з цим для запобігання втрат урожайності єдиним гібридом у господарстві доцільно висівати кілька гібридів різних груп стиглості.

Висновки. По мірі віддалення рядів рослин материнської форми від батьківської на ділянках гібридизації знижується ступінь запліднення і величина озерненості качанів з 88–90 до 65–67 % і нижче. Віддаленість рядів батьківських компонентів не повинна перевищувати 2,1 м, за якої ступінь озерненості качанів материнської форми становить більше 80 %. Такий тип можливий за схеми посіву 6:2.

Для вирощування на зерно слід враховувати найбільш важливі господарсько цінні ознаки гібридів кукурудзи – врожайність і вологість зерна, а також адаптивні властивості гібридів – холодостійкість, жаростійкість, посухостійкість. З метою стабілізації виробництва продукції, створення збирального конвеєра й оптимізації витрат, а також уникнення негативного впливу змін клімату рекомендується висівати декілька гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Насінництво кукурудзи (науково-методичні рекомендації) / За ред. Б.В. Дзюбецького. Дніпропетровськ : Роял Принт, 2012. 184 с.
2. Пащенко Ю.М., Борисов В.М. Технологія вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2015. 184 с.
3. Оптимізація технологічних процесів збирання, обробки та зберігання зерна кукурудзи : науково-практичні рекомендації / Інститут сільського господарства степової зони. Дніпропетровськ, 2011. 36 с.
4. Кирпа М.Я., Пащенко Н.О., Базілева Ю.С. Природа травмування насіння та методи його визначення. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 196–201.
5. Науково-практичні рекомендації по збиранню, обробці і збереженню зерна кукурудзи / Інститут зернового господарства. Дніпропетровськ, 2010. 30 с.
6. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Лебідь Є.М. та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
7. Тенденції змін клімату України на початок XXI століття. *Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2000 році* : М-во екології та природних ресурсів. Київ. : Видавництво Раєвського, 2001. С. 92–94.
8. Клімат України / за ред. В.М. Липінського та ін. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
9. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи : монографія. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2009. 225 с.
10. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю. Теоретичні основи та практичні результати селекції гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрощення : монографія. Херсон : Олді+, 2021. 338 с.
11. Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Базиленко Є.О. Морфо-фізіологічні моделі гібридів кукурудзи різних за групами стиглості ФАО 150–600 в умовах зрощення. *Наукові читання до 85-річчя від дня народження В.Г. Вуровця*. 2022. С. 49.

REFERENCES:

1. Dziubetskyi, B.V. (2012). *Nasinnystvo kukurudzy (naukovo-metodychni rekomendatsii) [Corn seedling (scientific and methodical recommendations)]*. Dnipropetrovsk: Royal Print [in Ukrainian].
2. Pashchenko, Yu.M., & Borysov, V.M. (2015). *Tekhnolohiia vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy [Technology of growing corn hybrids]*. Dnipropetrovsk: ART-PRES [in Ukrainian].
3. *Optyimizatsiia tekhnolohichnykh protsesiv zbyrannia, obrobky ta zberihannia zerna kukurudzy* (2011) [Optimization of technological processes of harvesting, processing and harvesting of corn grain (scientific and practical recommendations)]. Dnipropetrovsk: Instytut silskoho hospodarstva stepovoi zony [in Ukrainian].
4. Кирпа, М.Я., Пащенко, Н.О., & Bazilieva, Yu.S. (2009). *Pryroda travmuvannia nasinnia ta metody yoho vyznachennia [The nature of seed injury and methods of its determination]. Seleksiia i nasinnystvo – Breeding and seed production, 97, 196-201* [in Ukrainian].
5. *Naukovo-praktychni rekomendatsii po zbyranni, obrobsi i zberezhenniu zerna kukurudzy* (2010). [Scientific and practical recommendations for harvesting, processing and preservation of corn grain].

- Dnipropetrovsk: Instytut zernovoho hospodarstva [in Ukrainian].
- Lebid, Ye.M. et al. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu [Methods of field experiments with corn]*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
- Tendentsii zmin klimatu Ukrainy na pochatok XXI stolittia* (2003). [Trends in climate change in Ukraine at the beginning of the XXI century]. Natsionalna do-povid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2000 rotsi, Kyiv: Vydavnytstvo Raievskoho [in Ukrainian].
- Lipinskoho, V.M. et al. (2003). *Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine]*. Kyiv: Vydavnytstvo Raievskoho [in Ukrainian].
- Pashchenko, Yu.M., Borysov, V.M., & Shyshkina, O.Iu. (2009). *Adaptyvni i resursozberezhni tekhnolohii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy [Adaptive and resource-saving technologies for growing corn hybrids]*. Dnipropetrovsk: ART-PRES [in Ukrainian].
- Vozhehova R.A., Lavrynenko Yu.O., & Marchenko T.Iu. *Teoretychni osnovy ta praktychni rezultaty selektsii hibrydiv kukurudzy intensyvnoho typu dlia umov zros-hennia [Theoretical foundations and practical results of the selection of intensive-type corn hybrids for irrigation conditions]*. Kherson: Oldi+ [in Ukrainian].
- Lavrynenko, Yu.O., Marchenko, T.Iu., & Bazylenko, Ye.O. (2022). *Morfo-fiziologichni modeli hibrydiv kukurudzy riznykh za hrupamy styhlosti FAO 150–600 v umovakh zros-hennia [Morpho-physiological models of maize hybrids of different FAO maturity groups 150–600 under irrigation conditions]*. *Naukovi chytannia do 85-ricchia vid dnia narodzhennia V.H. Vyrovtsia* [in Ukrainian].

Пащенко Н.О., Лобко Т.К. Система насінництва та основні принципи добору гібридів кукурудзи

Мета – виявлення оптимальних схем посіву батьківських форм гібридів на ділянках гібридизації кукурудзи для найповнішого запилення і озернення качанів. Розробка основних критеріїв добору гібридів кукурудзи на основі сучасних даних змін клімату, біологічних властивостей і ознак нових гібридів кукурудзи. **Методи**. Експерименти проводили за загальноприйнятими в рослинництві методиками, методом розщеплених ділянок. **Результати**. Система насінництва кукурудзи складається з кількох етапів: 1 – створення й розмноження самозапильних ліній; 2 – виробництво й розмноження насіння батьківських форм; 3 – виробництво насіння першого покоління (F₁); 4 – післязбиральна доробка насіння на насінневих заводах. У фірмовій системі насінництва всі етапи виробництва сконцентровані в одному підприємстві, ґрунтовий контроль кожної партії насіння проводять в зимових розсадниках в південній півкулі планети і в зимовий період визначається рівень типовості й сортової чистоти гібридів задовго до початку продажу насіння. Вирощування насіння гібридів першого покоління здійснюється на ділянках гібридизації шляхом висіву батьківських компонентів з чергуванням рядків материнської і батьківської форм у співвідношенні 2:1, 3:1, 4:1 та 5:1 (схеми посіву відповідно 4:2, 6:2, 8:4 та 10:2). Найбільш поширеною і технологічно зручною є схема посіву 6:2. По мірі віддалення рядів рослин материнської форми від батьківської на ділянках гібридизації знижується ступінь запліднення і величина озерненості качанів з 88–90 до 65–67 % і нижче. Розташування посівів кукурудзи з південного сходу на

північний захід України супроводжується покращанням умов вологозабезпечення й зниженням надходження сонячної радіації та тепла, що подовжує період вегетації гібридів на 7–14 днів і підвищенням вологості зерна. Проходження основних фаз розвитку (цвітіння, формування й налив зерна) у гібридів різних груп стиглості відбувається в різний час, який може співпадати або ні з повітряною або ґрунтовою посухою, спекою тощо. Для запобігання втрат урожайності єдиним гібридом у господарстві доцільно висівати кілька гібридів різних груп стиглості. **Висновки.** Віддаленість рядів батьківських компонентів не повинна перевищувати 2,1 м, за якої ступінь озерненості качанів материнської форми становить більше 80 %. Оптимальною схемою посіву батьківських форм на ділянках гібридизації є схема 6:2. Для вирощування на зерно слід враховувати важливі господарські ознаки гібридів кукурудзи – врожайність і вологість зерна, а також адаптивні властивості гібридів – холодостійкість, жаростійкість, посухостійкість. З метою уникнення негативного впливу змін клімату рекомендується висівати декілька гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Ключові слова: етапи виробництва насіння, ділянки гібридизації, схеми посіву, чергування рядків батьківських компонентів, ступінь запліднення, урожайність, вологість зерна.

Pashchenko N.O., Lobko T.K. System of seed production and basic principles of choice hybrids of corn

Purpose is to identify optimal schemes for hybrids parent forms sowing at the areas of corn hybridization for the most complete pollination and seeding of ears. Development of the main criteria for the selection of corn hybrids based on modern data of climate changes, biological peculiarities and traits of new corn hybrids. **Methods.** Experiments were carried out according to generally accepted methods for plant breeding, the method of split plots. **Results.** The corn seed production system consists of several stages: 1 – development and reproduction of self-pollinated lines; 2 – production and reproduction of parent forms seeds; 3 – production of seeds of the first generation (F_1); 4 –

post-harvest processing of seeds at seed factories. In the company seed production system, all stages of production are concentrated in one plant, the soil control of each batch of seeds is carried out in winter nurseries in the southern hemisphere of the planet, and in the winter period the level of typicality and varietal purity of hybrids is determined long before the start of seed sales. Growing the seeds of the first generation hybrids is carried out on the hybridization plots by sowing parental components with alternating rows of maternal and paternal forms at the ratio of 2:1, 3:1, 4:1 and 5:1 (sowing schemes, respectively, 4:2, 6:2, 8:4 and 10:2). The 6:2 sowing scheme is the most common and technologically convenient. As the rows of plants of the maternal form move away from the parental form in the hybridization areas, the degree of fertilization and the grain size of the ears decrease from 88–90 to 65–67 % and below. The location of corn hybrids from the southeast to the northwest of Ukraine is accompanied by an improvement of the conditions of moisture supply and a decrease in the amount of solar radiation and heat, which extends the vegetation period of hybrids by 7–14 days and increases the grains moisture content. The terms of the main phases of development (flowering, formation and pouring of grain) for hybrids of different maturity groups occurs at different times, which may or may not coincide with air or soil drought, heat, etc. In order to prevent yield losses with a single hybrid in the farm, it is advisable to sow several hybrids of different maturity groups. **Conclusions.** The distance between rows of parent components should not exceed 2.1 m, at which the degree of seeding of ears of the mother form is more than 80 %. The 6:2 scheme is the optimal scheme for sowing parental forms on the hybridization plots. For grain cultivation, one should take into account important economic characteristics of corn hybrids – grain yield and moisture content, as well as adaptive possibilities of hybrids – cold resistance, heat resistance, drought resistance. In order to avoid the negative impact of climate changes, it is recommended to sow several corn hybrids of different maturity groups.

Key words: stages of seed production, the seed field, cropping schemes, alternating rows of parent components, the degree of fertilization, yield, grain moisture.