

– in the form of boric acid (0.15 % solution). The experiments were carried out in triplicate. Collecting greens was carried out when the plants reached a height of 20–25 cm, leaving petioles 2 cm high from the head of the root crop.

The results of the research found that microelements: boron, copper, manganese, molybdenum and cobalt on chernozem on average over two years contributed to an increase in seed germination by 1.2–1.3 %, and the introduction of iodine into the soil slightly reduced seed germination. Parsley shoots appeared together, which was also influenced by the water–air properties of the soil. At the same time, the plants were well leafy and had a darker green color of the leaves, increased the productivity of greens and parsley root crops.

In the variant where organic fertilizers were applied to the soil under the predecessor, the microelements increased the yield. This is due to the fact that organic fertilizers were introduced under the previous crop, when decomposed in the soil, they provide the plants with microelements. The increased yield of parsley root crops was obtained from the introduction of molybdenum and a double dose of copper. An increased yield of root crops compared to the control (without feeding) was obtained, respectively: cobalt – 151 g, double dose of copper – 135 g, copper – 108 g and zinc – 106 g. Thus, the use of trace elements for parsley in order to obtain high yield and quality marketable products are best used on poor soils of these elements.

**Key words:** parsley, cultivar, seed germination, micronutrient fertilizers, productivity

УДК: 633.15:631.527

DOI 10.31395/2415-8240-2021-99-1-105-116

## СТВОРЕННЯ ТА ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ЕРЕКТОЇДНИХ ФОРМ КУКУРУДЗИ (огляд літератури)

**Ю. В. БІЛОКУР**, аспірантка

**Л. О. РЯБОВОЛ**, доктор сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

У статті подано огляд літератури щодо доцільності створення та оцінки вихідного матеріалу для селекції еректоїдних форм кукурудзи, а саме закріплювачів стерильності і відновлювачів фертильності. Проаналізовано результати наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених зі створення зразків з еректоїдним розміщенням листової пластинки

**Ключові слова:** кукурудза, еректоїдна форма, вихідний матеріал, гібридизація, гетерозис, селекція, стерильність.

**Вступ.** Кукурудза в Україні є цінною продовольчою культурою, що широко використовується у харчовій промисловості, насичуючи ринок сучасними корисними та високоякісними продуктами. Зерно і сама рослина є сировиною для одержання майже 3500 видів продукції. Високо ціняться на

ринку продукти харчування отримані із зерна кукурудзи, зокрема, олія, крупа, борошно, крохмаль, глюкоза, спирт, палички, пластівці тощо. Культуру використовують і у фармацевтичній промисловості [1, 2].

Нині в Україні об'єм виробництва зерна досягається за рахунок вирощування пшениці, ячменю і кукурудзи. В успішному вирішенні зернової проблеми велике значення має саме виробництво кукурудзи – однієї з найпродуктивніших культур різнопланового використання.

Придатність сучасних гібридів кукурудзи до впровадження у виробництво обумовлюється низкою чинників, зокрема, високою продуктивністю не залежно від впливу абіотичних і біотичних чинників, рівнем реакції на технологічні прийоми вирощування та економічною ефективністю. Вирощувати дозволяється лише гібриди, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Найважливішим завданням є підвищення продуктивності культури. Це питання частково можна вирішити за створення еректоїдних форм.

**Методика досліджень.** У дослідженнях використовували метод бібліографічного пошуку, синтезу та аналізу наукових джерел та публікацій. Подано огляд літератури щодо доцільності створення та оцінки вихідного матеріалу для селекції еректоїдних форм кукурудзи.

**Результати досліджень.** Еректоїдні гібриди мають низку беззаперечних переваг. Вони вирізняються високою технологічністю, одноманітністю та продуктивністю. Використання еректоїдності в кукурудзи дає змогу істотно підвищити врожайність цієї культури, адже збільшується кількість рослин на одиницю площі.

Вертикально розміщені листові пластинки характерні для ефективної моделі фотосинтезу. Розмір листової поверхні і характер розміщення листків належить до головних чинників, що лімітують величину фотосинтезу. Особливості архітекtonіки рослин зумовлюють доступ до листків прямого і розсіяного сонячного світла. Збільшення продуктивності фотосинтезу досягається оптимальним розміщенням у просторі асимілюючої поверхні листків. За рахунок еректоїдності відбувається не лише поглинання світла, але і поліпшення накопичення азоту в листках, що сприяє наливу зерна. Такі лінії успішно використовуються в селекційному процесі [3, 4].

У гетерозисній селекції використовуються нові моделі гібридів зернового та універсального типів (на зерно і силосну масу) з високою урожайністю (12–14,0 т/га), якістю зерна і швидкою віддачею зерном вологи. Створюються гібриди з еректоїдним розташуванням листків, пристосовані для вирощування за інтенсивними технологіями, з щільністю посіву понад 90 тисяч рослин на гектар.

Гетерозисна селекція ведеться на основі гомозиготних ліній, які можна одержати двома методами:

1) самозапилення вихідного матеріалу (інбридинг) з наступним доббором за комплексом ознак та властивостей і комбінаційною здатністю;

2) використання гаплопродюсерів з наступним колхіцинуванням. Отримані дигаплоїдні лінії вирощуються на живильних середовищах та наступним добором за комплексом селекційних і господарсько-цінних ознак [5]. Більшість ліній кукурудзи створено методом інцухтування, а селекційна та генетична цінність самозапилених ліній залежить від вихідного матеріалу [6].

Селекційну роботу з кукурудзою в Україні розпочато ще в 1908 році В. В. Палановим, який почав вивчати сорти створені у США. Кращими сортами для північної і центральної України було визнано Мінезота 23, Король Філіп, Грушівська тощо. У східній Україні були поширені сорти Розебергська, Бесарабська, Броункоті. Крім сортовипробувань, В. В. Паланов у 1910 році розпочав роботу з селекції кукурудзи методом добору із кращих місцевих та іноземних зразків.

У 1912 році В. Я. Юр'єв отримав відрядження до США і звідти привіз насіння кукурудзи сорту Мінезота 23, на основі якого створив сорти кукурудзи Харківська 23 та Харківська біла зубовидна.

Селекційну роботу з одержання міжсорткових гібридів організував у 30-х роках ХХ століття у Дніпропетровську на базі Інституту кукурудзи Б. П. Соколов. В 1932 році до Державного сортовипробування був переданий перший міжсортковий гібрид Первенець, а в 1933 – перші міжлінійні гібриди Прогрес і Дніпропетровський [7, 8].

У 1945 році було широко розгорнуто роботи з селекції кукурудзи на Чернівецькій обласній державній сільськогосподарській дослідній станції, де В. О. Козубенко створив міжсортковий ранньостиглий гібрид Буковинський 1 та сортолінійні – Буковинський 2 і Буковинський 3, що в свій час займали найбільші посівні площі на теренах України.

Дослідження Я. Грушки показали, що міжсорткова гібридизація – новий крок з селекційно-генетичного поліпшення кукурудзи і перехідна сходинка від вирощування вільнозапильних сортів до гібридів. Вона є найпростішим способом прямого використання гетерозису в селекційній практиці [7].

В 2021 році до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, включено 1285 гібридів кукурудзи, з яких 302 – вітчизняної селекції, що становить 23,5 % від загальної їх кількості [9].

Досліди А. Ю. Рубченя, В. Г. Конарева, Ю. В. Перуанського та А. А. Ямалєєвої виявили, що ендоспермальні мутанти кукурудзи (o2, ae, f12, du, wx, sh1, su1) дають специфічні електрофоретичні спектри зерна [10]. За такими спектрами можливо проводити ідентифікацію мутантів та контроль за включенням мутантних генів, у геноми ліній, гібридів і сортів за селекції кукурудзи на якість білка у зерні та складу вуглеводів [11, 12]. У своїх дослідженнях І. П. Чучмій і В. Г. Подолян вказують, що вирощування у східному Лісостепу України пізньостиглих гібридів кукурудзи дозволяє підвищити валові збори зерна на 20–23 %, а за рахунок підживлення на 15–20 % [13].

Нині створено високопродуктивні короткостеблові гібриди Дніпровський 41, Дніпровський 97, Дніпровський 135, що мають коротке

міжвузля та компактне розташування листків. Ці гібриди призначені для районів з нестійким зволоженням [14]. Для прискорення селекційного процесу доцільно використовувати біотехнологічні методи [15].

У літературі обговорюється селекційна і господарська цінність багатокачанності кукурудзи. Чисельні дослідження, проведені в Україні та за її межами, свідчать про окремі переваги генотипів з цією ознакою. У несприятливих умовах вирощування такі форми не утворюють два качани, проте формують значно менше безплідних рослин. За оптимального балансу поживності ґрунту, вологозабезпечення та густоти посіву рослин таких зразків здатні закладати два качани.

Основною проблемою залишається питання створення нового вихідного матеріалу з широкою генетичною основою. Введення в селекційні програми методики генотипової класифікації самозапилених ліній надало можливість цілеспрямованого добору та гібридизації батьківських пар за створення високогетерозисних гібридів і синтетичних популяцій [16].

За даними Р. У. Югенхеймера [17], у світі до кінця 80-х років було створено понад 400 тис. самозаплених ліній, однак, в селекції гібридів широко використовується не більше 200. Вихідним матеріалом для самозаплених ліній слугують сорти або гібриди. У низці поколінь проводять добір для досягнення потрібної однорідності матеріалу. Зазвичай цей період триває шість–вісім років. За добору аналізують комбінаційну здатність форм. Відбирають лише лінії, що за схрещування дають високоврожайні гібриди – прості міжлінійні, подвійні міжлінійні, сортолінійні тощо. Найврожайнішими є міжлінійні гібриди, що широко використовуються у виробництві [18].

Прогрес в гетерозисній селекції досягається постійним удосконаленням відомих базових моделей, оснований на альтернативному різноманітті споріднених ліній з поступовим підвищенням конкурсного гетерозису. Створення нових інбредних генотипів кукурудзи пов'язано зі збільшенням толерантності до самозапилення цієї перехреснозапильної культури, а одже і підвищенням врожайності ліній. Роблять припущення, що в майбутньому буде виявлено генотипи з нульовою депресією [18], тобто врожайність ліній дорівнюватиме врожайності гібридів і селекція на гетерозис втратить актуальність. Отже, ріст врожайності ліній повинен супроводжуватись постійним зменшенням індексів істинного та гіпотетичного гетерозису [19].

Як стверджують Н. А. Орлянський і Н. А. Орлянська [20], найефективнішим методом створення скоростиглих ліній кукурудзи є відбір матеріалів з раннім цвітінням серед пізніх елітних ліній. Першим його застосував у 1965 році В. Е. Козубенко для створення ранньостиглої батьківської лінії ВІР 44 гібриду Буковинський ЗТВ. Було виділено потомство з високою комбінаційною здатністю, що квітнувало на чотири–п'ять діб раніше стандарту. Згодом її назвали Харківська 44.

Н. С. Овсянікова [21] вказує, що необхідно також використовувати лінії, у яких поєднується високий рівень господарсько-цінних ознак і підвищенні адаптивні властивості до екологічних умов зони вирощування. Однак існує

проблема звуження генетичного потенціалу кукурудзи у низці країн світу. У родовід поширених гібридів включено незначна кількість відомих ліній. Аналіз родоходу багатьох ранньостиглих і середньоранніх ліній вказує на генетичну однорідність матеріалу.

Як зазначає Л. В. Хотильова [22], комбінаційна здатність є найважливішим елементом гетерозисної селекції, що характеризує селекційну цінність інбредних ліній. Вона успадковується при самозапиленні та схрещуванні й залежить від умов середовища випробування.

У селекції кукурудзи широко використовують чоловічу стерильність. Існує декілька класифікацій чоловічої стерильності, що базуються на принципі причинності, успадкування та урахування фенотипових ознак [7, 13, 23]. Виділяють стерильність модифікаційну та спадкову, що в свою чергу поділяється на кілька типів.

Спадкова стерильність – генетично детермінована стерильність, що зумовлюється мутаціями на різних рівнях організації генетичного матеріалу. Спадкову чоловічу стерильність поділяють за успадкуванням та фенотиповим проявом на такі типи: цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС), ядерна чоловіча стерильність (ЯЧС), функціональна чоловіча стерильність (ФЧС) (анатомічна) [24].

У світовому генофонді кукурудзи понад 96 % зразків є природними закріплювачами стерильності і біля 4 % – повними або частковими відновлювачами.

У селекційних програмах оригінаторів роботи з ідентифікації та створення самозаплених ліній з ядерними генами  $Rf_1Rf_1$  (відновлювачів фертильності),  $rf_1rf_1$  (стерильних аналогів) і закріплювачів є важливим для вибраної стратегії селекції нових гібридів [25].

Чоловіча стерильність обумовлена взаємодією особливого типу стерильної цитоплазми (S) і рецесивних алелей ядерних генів  $rf$ . Нині в кукурудзи відомо чотири типи ЦЧС: техаський – Т, молдавський – М, парагвайський – С, болівійський – Б. Домінантні алелі  $Rf$  ядерних генів відновлюють фертильність пилку за реалізації їх в стерильній цитоплазмі. Комплементарні гени  $Rf_1$  і  $Rf_2$  є відновлювачами техаського типу ЦЧС (ЦЧС–Т), ген  $Rf_3$  – молдавського (ЦЧС–М), гени  $Rf_4$ ,  $Rf_5$  і  $Rf_6$  – парагвайського (ЦЧС–С), ген  $Rf_{var}$  – болівійського (ЦЧС–Б). У природних популяціях домінують алелі  $Rf_1$ – $Rf_3$  зустрічаються рідше, ніж рецесивні. Для отримання комерційних гетерозисних гібридів першого покоління ( $F_1$ ) заздалегідь повинно бути створено самозаплени лінії з наступними генотипами:

- фертильна самозаплена лінія – відновлювач фертильності –  $N(S) RfRf$
- фертильна самозаплена лінія – закріплювач стерильності –  $N rfrf$ ;
- стерильна самозаплена лінія із стерильним пилком –  $S rfrf$ , що має рецесивні гени ядра, але стерильну цитоплазму (стерильний аналог фертильного закріплювача стерильності). При запиленні рослин стерильної лінії фертильним пилком ознака стерильності передається гібридам  $F_1$  і подальшим поколінням. Якщо такі зворотні схрещування продовжуються, то

відбувається поступове заміщення генів ядра стерильної лінії генами фертильної лінії і через шість–сім поколінь зворотних схрещувань створюється стерильний аналог батьківської фертильної лінії [26].

Рівень результативності гетерозисної селекції кукурудзи визначається успіхом у підборі і створенні генофонду ефективних за комбінаційною здатністю та іншими господарсько-цінними ознаками самозапиленних ліній рослин і зниженням економічних затрат. А класифікація ліній за ознакою «еректоїдність», оцінка та аналіз успадкування ознаки нині є важливим завданням селекції культури.

У селекційній практиці нині частіше використовують біотехнологічні методи. Прискорене розмноження дефіцитних генотипів *in vitro* за мікроклонування дає змогу отримати і зберегти генетично ідентичні матеріали [18]. Застосування культури *in vitro* дає змогу моделювати силу тиску стресового агента на організм, тотально дослідити його вплив на біооб'єкт, контролювати фізичні та хімічні показники вирощування рослинного матеріалу, проводити роботу незалежно від погодних умов і пори року тощо [28, 29].

Регенерація є основою біотехнологічного процесу, оскільки важливо не лише отримати калюс зі сталим чи зміненим генотипом, а одержати фертильні рослини, які можна було б використовувати у подальших селекційних дослідженнях. Регенерація рослин *in vitro* є етапом біотехнологічного процесу, важливим для успіху досліджень з соматонального варіювання, селекції *in vitro*, генетичної трансформації тощо, коли отримані рослини-регенеранти характеризуються зміненим генотипом за відношенням до вихідних форм [1].

Важливим завданням технології вирощування кукурудзи є захист посівів від бур'янів, зокрема, в період від проростання до 10–12 листків, адже на ранніх етапах органогенезу культура слабо конкурує із бур'янами. Новий напрям у селекції кукурудзи – це використання методів генної інженерії. Нині вже 86 % посівів кукурудзи в світі займає генетично модифікована, що має найбільшу кількість зареєстрованих ліній (132) з-поміж інших ГМ культур [24]. Крім того, кількість ГМ ліній кукурудзи, дозволених до вирощування в різних країнах, досить сильно коливається: США – 38, Канада – 58, ЄС – 39, Австралія – 21, Китай – 16, Російська Федерація – 11 [1, 24]. Більшість ГМ ліній кукурудзи характеризується толерантністю до обробки гербіцидами, а також стійкістю до пошкодження комахами-шкідниками.

В Україні роботи з генетичної трансформації кукурудзи проводяться на рівні лабораторних досліджень через відсутність підзаконних актів до Закону «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» для регуляції питань вирощування генетично-модифікованих рослин у відкритих системах, реєстрації ГМ-сортів, продуктів і кормів, що містять генетично-модифіковані складники. Проте, в дослідженнях з генетичної модифікації кукурудзи, виконаних в Україні, зокрема в Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН, Інституті фізіології рослин та генетики НАН та ДУ

Інститут зернових культур НААН, було виявлено вплив генотипу калюсної тканини на ефективність введення Т-ДНК *Agrobacterium tumefaciens* в клітини калюсу та доведено успішність вмонтування гена *nptII* в геном ліній Chi31, ДК675 і PLS61. Методом *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації отримано трансгенні калюсні лінії з геном CP4epsps та відпрацьовано методику їхньої селекції до дії гліфосату [1, 6]

Розвиток робіт з генетичної модифікації сільськогосподарських культур в Україні стримується незначним набором генетичних конструкцій з чужирідними генами. Успіх біотехнологічного процесу кукурудзи суттєво залежить від генотипу рослини і потребує диференційованого підходу до окремих зразків і філогенетично споріднених їх груп, зокрема, основних типів зародкової плазми. Дослідження біотехнологічного потенціалу, зокрема молекулярно генетичних характеристик, клітинно- і генетично-інженерних особливостей селекційно перспективних типів зародкової плазми кукурудзи, стають актуальним завданням біотехнологічного супроводження селекційного процесу та потенційним інструментом підвищення його ефективності.

**Висновки.** Проаналізовано наукові публікації вітчизняних і зарубіжних вчених, визначено нові підходи вирішення проблеми отримання вихідного селекційного матеріалу кукурудзи. Обґрунтовано необхідність створення ліній і гібридів культури з еректоїдним розміщенням листкової пластини. Підтверджено що, першочерговим завданням селекційного процесу є групування колекції зразків та отримання вихідних матеріалів для ведення гетерозисної селекції, зокрема, на основі ЦЧС. Для розширення генетичного різноманіття і скорочення періоду створення вихідних форм доцільно використовувати біотехнологічні методи.

### Література

1. Деркач К. В. Біотехнологічна характеристика генотипів кукурудзи зародкової плазми Ланкастер: дис. канд. біол. наук: 03.00.20. Дніпро, 2018. 316 с.
2. Франковская Т. М., Огняник Л. Г., Шацкая О. А. и др. Испытание гибридов кукурузы с участием стерильных аналогов, полученных методами беккросса и андрогенеза. *Кукуруза и сорго*. 2009. № 1. С. 6–8.
3. Макарчук М. О. Удосконалення методів кросбридингу для підвищення ефективності виробництва гібридного насіння кукурудзи: дис. канд. с.-г. наук: 06.01.05. Умань, 2017. 255 с.
4. Павлов А. Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. А. Н. Павлов. М.: Наука, 2007. 339 с.
5. Сатарова Т. М. Андрогенез та ембріокультура у кукурудзи *in vitro*: дис. доктора біол. наук. Київ, 2002. 137 с.
6. Грабовський М. Б. Адаптація вихідного матеріалу кукурудзи плазми Лакауна до умов степової зони України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: Дніпропетровськ, 2006. 17 с.

7. Паламарчук В. Д. Наково-теоретичне обґрунтування технології вирощування та адаптивності гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах лісостепу правобережного: автореф. дис. с.-г. наук: Вінниця, 2020. 46 с.
8. Гайдаш О. Л. Селекція вихідного матеріалу змішаної зародкової плазми для синтезу скоростиглих гібридів кукурудзи. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.05. Дніпро, 2019. 230 с.
9. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Київ, 2021. <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.
10. Кагермазов А. М. Селекция генетических источников признака засухоустойчивости для создания новых гибридов тетраплоидной кукурузы: дис. канд. с.-г. наук: 06.01.05 Краснодар, 2011. 143 с.
11. Бойко В. Н. Полевая оценка образцов коллекции кукурузы по устойчивости к пузырчатой головне. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*, 2019. Т. 180 № 3. С. 91–95.
12. Коварский А. Е. Генетика, селекция и семеноводство кукурузы (К проблеме биологии оплодотворения и гетерозиса культурных растений) Сборник статей. Вып. 1. Кишинев, 1965. 262 с.
13. Чучмій І. П., Подолян В. Г. Методика станційного випробування гібридів кукурудзи. Матеріали Міжнародної конференції «Сучасні методи досліджень в агрономії». Умань, 1993. С. 84–86.
14. *Кукуруза*. Под. ред. Сусидко П. И. и Цикова В. С. Київ, Урожай, 2000. 295 с.
15. *Загальне землеробство: Підручник*. За ред. В. О. Єщенко. Київ: Вища освіта, 2004. 336 с.
16. Крамарев С. М. Мировое производство зерна кукурузы и его дальнейшее развитие. *Кукуруза и сорго*, 1999 № 2. С. 4–5.
17. Югенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. Москва: Колос, 1979. 519 с.
18. Деркач К. В., Абраїмова О. Є., Сатарова Т. М. Морфогенез *in vitro* у ліній кукурудзи гетерозисної групи Ланкастер. *Цитология и генетика*. 2017. Т. 51, № 1. С. 61–68.
19. Черчель В. Ю., Боденко Н. А. Врожайність зерна та гіпотетичний гетерозис сестринських гібридів кукурудзи плазми Рейд. Режим доступу до статті: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf39/3.pdf>.
20. Орлянский Н. А. Создание и изучение самоопыльных линий кукурузы при селекции на раннеспелость. *Кукуруза и сорго* 2008. № 3. С. 2–5.
21. Овсянікова Н. С. Мінливість вегетаційного періоду і продуктивності у самозапилених ліній кукурудзи в залежності від вихідного матеріалу. Адаптивная селекция растений. *Теория и практика*. 2002. С. 60–68.
22. Хотылева Л. В. Взаимодействие генотипа и среды. Методы оценки. Наука и техника Минск, 1982. 109 с.
23. Козубенко Л. В. Напрями та методи створення вихідного матеріалу та гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Збірник наукових праць «Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології»*. Київ, 2007. Т. 2. С. 109–113.



24. Сатарова Т. Н., Черчель В. Ю., Черенков А. В. Кукуруза: биотехнологические и селекционные аспекты гаплоидии: монографія. Днепропетровск, 2013. 552 с.

25. Ільченко Л. А. Особливості селекції аналогів-відновлювачів фертильності кукурудзи М і С типів ЦЧС. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової Зони НААН*. Дніпропетровськ, 2013. № 5. С. 39–43.

26. Kutas E. The influence of sterilizing compounds on the yield of viable explants of *Rhododendron* L. (Ericaceae). *International journal of biodiversity and conservation*. 2011. Vol. 3, № 1. P. 24–26.

27. Капустян М. В. Особливості цвітіння гібридів кукурудзи, створених на основі М-типу стерильності. Сучасні аспекти селекції і насінництва кукурудзи, традиції та перспективи. 2015. С. 25–26

28. Любченко І. О., Рябовол Л. О., Любченко А. І. Використання культури *in vitro* в адаптивній селекції рослин (огляд літератури). *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2016. Вип. 88. С. 126–136.

29. Білокур Ю. В., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Підбір оптимального регламенту стерилізації експлантів еректоїдних форм кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 96. Ч. 1. С. 45–51.

## References

1. Derkach, K. V. (2018). Biotechnological characteristics of genotypes of corn germplasm Lancaster. *Dis. Cand. biol. Science*. Dnipro 316 p. (in Ukrainian).

2. Frankovskaya, T. M., Ognianyk, L. G. et al. (2009). Testing of maize hybrids with the participation of the sterile analogues, obtained by the methods of backcrossing and androgenesis. *Maize and sorghum*, 2009, no. 1, pp. 6–8. (in Russian).

3. Makarchuk, M. O. (2017). Improvement of methods of crossbreeding for increase of efficiency of production of hybrid seeds of corn: *dis. Cand. s.-g. Science*: Uman. 255 p. (in Ukrainian).

4. Pavlov, A. N. (2007) Protein accumulation in wheat and corn grain. A. N. Pavlov. М.: Nauka, 2007. 339 p. (in Russian).

5. Satarova, T. M. (2002) Androgenesis and embryo culture in maize invitro. *Dis. for the degree of Doctor of Biol. Sciences*. Kyiv, 2002. 137 p. (in Ukrainian).

6. Grabowski, M. B. (2006) Adaptation of the source material of Lacaune plasma corn to the conditions of the steppe zone of Ukraine: *Abstract. dis. for the degree of Cand. s.-g. Sciences*: Dnepropetrovsk. 17 p. (in Ukrainian).

7. Palamarchuk, V. D. (2020) Scientific and theoretical substantiation of technology of cultivation and adaptability of maize hybrids for bioethanol production in the conditions of forest-steppe of the right bank: *Author's abstract. dis. for the degree of Doctor of Agriculture Sciences*: Vinnytsia. 46 p. (in Ukrainian).

8. Gaidash, O. L. (2019) Selection of source material of mixed germplasm for synthesis of precocious hybrids of corn. *dis. Cand. s.-g. Science*: 06.01.05. Dnipro, 2019. 230 p. (in Ukrainian).

9. State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. Kyiv, 2021. <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>. (in Ukrainian).

10. Kagermazov, A. M. (2011) Selection of genetic sources of the trait of drought resistance for the creation of new hybrids of tetraploid maize: *dis. Cand. s.-g. Sciences*: 06.01.05 Krasnodar. 143 p. (in Russian).
11. Boyko, V. N. (2019) Field assessment of accessions from the maize collection for resistance to boil smut. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2019, no. 3, pp. 91–95. (in Russian).
12. Kovarsky, A. E. (1965) Genetics, selection and seed production of corn (On the problem of biology of fertilization and heterosis of cultivated plants) *Collection of articles. Issue 1 Chisinau*. 262 p. (in Russian).
13. Chuchmiy, I. P., Podolyan, V. G. (1993) Methods of station testing of maize hybrids *Thesis. reports of the international conference "Modern research methods in agronomy"*. Uman, 1993. Pp. 84–86. (in Ukrainian).
14. Corn. Under. ed. Susidko, P. I., Tsikova, V. S. Kyiv, Harvest. 2000. 295 p. (in Ukrainian).
15. General Agriculture: Textbook. Ed. V. O. Yeshchenko. Kyiv : Higher education, 2004. 336 p. (in Ukrainian).
16. Kramarev, S. M. (1999) World production of corn grain and its further development. *Maize and sorghum*, 1999, no. 2, pp. 4–5. (in Russian).
17. Eugenheimer, R. W. (1979) Corn: variety improvement, seed production, use. Moscow : Kolos, 1979. 519 p. (in Russian).
18. Derkach, K. V., Abraimova, O. E., Satarova, T. M. (2017) Morphogenesis in vitro in maize lines of the Lancaster heterosis group. *Cytology and genetics*, 2017, vol. 51, no. 1, pp. 61–68. (in Ukrainian).
19. Churchel, V. Yu., Bodenko, N. A. Grain yield and hypothetical heterosis of sister hybrids of plasma raid maize. Mode of access to the article: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf39/3.pdf> (in Ukrainian).
20. Orlyansky, N. A. (2008) Creation and study of self-pollinated lines of corn during selection for early ripening. *Maize and sorghum*, 2008, no. 3, pp. 2–5. (in Russian).
21. Ovsyanikova, N. S. (2002) Variability of the growing season and productivity in self-pollinated lines of corn depending on the source material. *Adaptive plant selection. Theory and practice*, 2002, pp. 60–68. (in Ukrainian).
22. Khotyleva, L. V. (1982) Interaction of genotype and environment. Assessment methods. *Science and Technology*. Minsk, 1982. 109 p. (in Russian).
23. Kozubenko, L. V. (2007) Directions and methods of creation of initial material and hybrids of corn of different groups of maturity. *Achievements and problems of genetics, selection and biotechnology*, 2007, vol. 2, pp. 109–113. (in Ukrainian).
24. Satarova, T. N., Cherchel, V. Yu., Cherenkov, A. V. (2013) Maize: biotechnological and selection aspects of haploidy: *monograph*. Dnepropetrovsk. 552 p. (in Russian).
25. Ilchenko, L. A. (2013) Features of selection of analogues-restorers of fertility corn M and C types of CSF. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of NAAS*, 2013, no. 5, pp. 39–43. (in Ukrainian).

26. Kutas, E. (2011) The influence of sterilizing compounds on the yield of viable explants of *Rhododendron* L. (Ericaceae). *International journal of biodiversity and conservation*, 2011, vol. 3, no.1, pp. 24–26. (in English).

27. Kapustyan, M. V. (2015) Peculiarities of flowering of maize hybrids created on the basis of M type of sterility. *Modern aspects of corn selection and seed production, traditions and perspectives*, 2015, pp. 25–26 (in Ukrainian).

28. Liubchenko, I. O., Riabovol, L. O., Liubchenko, A. I. (2016). The use of in vitro culture in adaptive plant breeding (literature review). *Collection of scientific works of Uman NUS*, 2016, issue. 88, pp. 126–136. (in Ukrainian).

29. Bilokur, Yu. V., Ryabovol, L. O., Ryabovol, Ya. S. (2020). Selection of optimal regulations for sterilization of explants of erectile forms of corn. *Collection of scientific works of Uman NUS*, 2020, Issue. 96, pp. 45–51. (in Ukrainian).

### **Аннотация**

**Белокур Ю. В., Рябовол Л. О.**

#### **Создание и оценка исходного материала для селекции эректоидных форм кукурузы**

У статье проанализированы научные публикации отечественных и зарубежных ученых, определены новые подходы к решению проблемы получения исходного селекционного материала кукурузы. Обоснована необходимость создания линий и гибридов культуры с эректоидным размещением листовой пластины. Подтверждено, что первоочередной задачей селекционного процесса является группирование коллекции образцов и получение исходных материалов для ведения гетерозисной селекции, в частности, на основе ЦЧС. Для расширения генетического разнообразия и сокращения периода создания исходных форм целесообразно использовать биотехнологические методы.

Стабильное производство зерна кукурузы возможно при наличии гибридов с высокой потенциальной продуктивностью, устойчивостью к вредителям, болезням, неблагоприятным факторам среды, которые отвечают современным требованиям интенсивной технологии. Четкое представление об улучшенном морфолого-физиологическом типе растений и выяснение биологических причин, которые лимитируют их производительность в определенных условиях среды, способствуют повышению эффективности использования гибридов кукурузы и рентабельности сельскохозяйственного производства.

При создании гибридов решающее значение имеет подбор родительских компонентов, которые обеспечат их высокую производительность. Для ведения гетерозисной селекции необходимо наличие гомозиготных линий. В настоящее время для достижения значительного успеха в селекции кукурузы целесообразно уделять большое внимание созданию нового исходного материала широкой генетической основы. Обоснована необходимость создания форм с эректоидным размещением листовой пластины.

Подтверждено, что первоочередным заданием селекционного процесса является группировка коллекционных образцов и создание исходных материалов для ведения гетерозисной селекции, в частности, на основе ЦМС. Для расширения

генетического разнообразия и сокращения периода получения исходных форм целесообразно использовать биотехнологические методы.

**Ключевые слова:** кукуруза эректоидная, исходный материал, гетерозисная селекция, стерильность, гибридизация.

### *Annotation*

**Belokur Yu. V., Ryabovol L. O.**

#### ***Creation and evaluation of the source material for the selection of erectoid forms of corn***

*Scientific publications of domestic and foreign scientists are analyzed, new approaches to solving the problem of obtaining the original breeding material of corn are identified. The necessity of creation of lines and hybrids of culture with erectile arrangement of a leaf plate is substantiated. It is confirmed that the primary task of the selection process is to group the collection of samples and obtain starting materials for heterosis selection, in particular, on the basis of CSF. To expand genetic diversity and reduce the period of creation of the original forms, it is advisable to use biotechnological methods.*

*Stable production of corn grain is possible in the presence of hybrids with high potential productivity, resistance to pests, diseases, unfavorable environmental factors that meet the modern requirements of intensive technology. A clear understanding of the improved morphological and physiological type of plants and the elucidation of the biological reasons that limit their productivity in certain environmental conditions, contribute to an increase in the efficiency of using corn hybrids and the profitability of agricultural production.*

*When creating hybrids, it is critical to select the parent components that will ensure their high performance. To conduct heterotic selection, the presence of homozygous lines is necessary. Currently, in order to achieve significant success in maize breeding, great attention must be paid to the creation of new starting material with a wide genetic diversity and in particular with an erectoid placement of the leaf plate.*

*The necessity of creating lines and hybrids of culture with erectoid placement of the leaf plate is substantiated. It was confirmed that the primary task of the breeding process is grouping the collection of samples and obtaining initial materials for conducting heterotic breeding, in particular, based on CMS. To expand genetic diversity and shorten the period for creating initial forms, it is advisable to use biotechnological methods.*

**Key words:** *erectoid maize, source material, heterotic selection, sterility, hybridization.*