

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

МАКАРЧУК МАРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК:631.52:330.131.5:631.527.5:631.53.01:633.15

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КРОСБРИДИНГУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ГІБРИДНОГО НАСІННЯ
КУКУРУДЗИ**

06.01.05 — селекція і насінництво

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Умань — 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Уманському національному університеті садівництва впродовж 2006–2008 та 2014–2015 рр.

Науковий керівник кандидат сільськогосподарських наук, професор
Опалко Анатолій Іванович,
Національний дендропарк «Софіївка» НАН
України, провідний науковий співробітник
відділу генетики, селекції та репродуктивної
біології рослин

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Доронін Володимир Аркадійович, Інститут
біоенергетичних культур і цукрових буряків
НААН України, завідувач лабораторії
насінництва та насіннезнавства буряків і
біоенергетичних культур

кандидат сільськогосподарських наук,
Адаменко Дмитро Михайлович, Уманський
національний університет садівництва, старший
викладач кафедри захисту і карантину рослин

Захист відбудеться « 24 » лютого 2017 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 74.844.04 в Уманському національному університеті садівництва за адресою: вул. Інститутська 1, м. Умань, Черкаської обл., 20305.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Уманського національного університету садівництва за адресою: вул. Інститутська 1, м. Умань, 20305.

Автореферат розісланий « 19 » січня 2017 р.

Вчений секретар
спеціальної вченої ради



А. І. Любченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основним завданням насінництва кукурудзи є реалізація досягнень селекції внаслідок прискореного розмноження і впровадження у виробництво нових високопродуктивних гетерозисних гібридів зі збереженням їхніх біологічних і господарських показників, що були отримані у процесі селекції і забезпечують зменшення собівартості високоякісного гібридного насіння у різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Завдяки роботам вітчизняних вчених Б. В. Дзюбецького, С. П. Заїки, О. Л. Зозулі, Л. В. Козубенка, Ю. О. Лавриненка, В. В. Моргуна, О. С. Мусійка, Ф. М. Парія, І. П. Чучмія та інших досягнуто значних успіхів у створенні високоврожайних гетерозисних гібридів кукурудзи. Найпоширенішим способом здешевлення виробництва гібридного насіння кукурудзи є використання цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС), зокрема, материнських ліній з різними формами ЦЧС переважно молдавського (М) та парагвайського (С) типів, які є найбільш вивченими типами генетичної системи контрольованого розмноження (ГСКР) кукурудзи. Однак, забезпечення насінництва на основі ЦЧС потребує додаткових видатків щодо створення і розмноження закріплювачів стерильності та відновлювачів фертильності. Натомість нова, запропонована М. Ф. Парієм зі співробітниками (2000–2005), ГСКР на основі генів *Vg (Vestigial glume)* функціональної стерильності зумовлює чоловічу стерильність, без порушень генетичних механізмів мікро- і макроспорогаметогенезу. Перевагами є також використання генів ядерної стерильності *ms5* і *ms13*. Спрощений контроль гібридності (за фенотипом) та здешевлення виробництва насіння за застосування різних ГСКР забезпечується використанням маркерних генів забарвлення зернівки кукурудзи. З'ясування впливу генетичних маркерів у різних ГСКР на господарсько-цінні ознаки гетерозисних гібридів кукурудзи порівняно з традиційними способами виробництва гетерозисного насіння в різних агроєкологічних умовах і визначають актуальність наших досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є складовою частиною досліджень, що проводяться на кафедрі генетики, селекції рослин та біотехнології згідно з науковою програмою Уманського національного університету садівництва «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу» (№ ДР 0101U004495) підпрограмою «Розробка генетичних та біотехнологічних методів селекції сільськогосподарських культур».

Мета і задачі дослідження. Метою роботи було обґрунтувати ефективні методи генетичного контролювання чистоти гібридного насіння кукурудзи із використанням генетичних маркерів у різних генетичних системах контрольованого розмноження (ГСКР) для отримання високоякісного гібридного насіння зі збереженням посівних якостей та високої типовості гібридного насіння для агрокліматичних умов Лісостепу і Степу України.

Для досягнення мети на вирішення було поставлено наступні задачі:

- з'ясувати вплив генетичних маркерів у різних ГСКР на врожайні якості насіння гібридів;
- визначити адаптивний потенціал коізогенних аналогів гібридів залежно від генотипу материнського компонента;
- оцінити коізогенні аналоги гетерозисних гібридів кукурудзи за продуктивністю та іншими господарсько-цінними ознаками;
- з'ясувати вплив генетичних маркерів у різних ГСКР на придатність до механізованого збирання гетерозисних гібридів кукурудзи;
- удосконалити методи мікроклонального розмноження рослинного матеріалу кукурудзи;
- дати оцінку економічної ефективності використання генетичних маркерів у різних ГСКР у насінництві за вирощування гібридного насіння.

Об'єкт дослідження — прояв закономірностей формування врожайних якостей і адаптивного потенціалу насіння гібридів кукурудзи залежно від умов їх вирощування та типу ГСКР.

Предмет дослідження — коізогенні аналоги гібридів кукурудзи Піонер-Гран 3978 та Гран-6 з різними генетичними маркерами.

Методи дослідження. Основні біометричні дослідження, фенологічні спостереження, стійкості проти хвороб та шкідників здійснювали польовими методами; врожайність та вологість зерна — лабораторно-польовими, а структуру врожаю — лабораторними методами. Достовірність одержаних результатів перевіряли методами статистичного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу України:

- доведено, що наявність у генотипі гібрида генетичних маркерів *ACR* у материнському компоненті і *P-RR* або *CI* у батьківському компоненті сприяє підвищенню врожайності і покращенню господарсько-цінних ознак;
- встановлено, що за виробництва гетерозисного гібридного насіння наявність у генотипі генетичного маркера *a1* у обох батьківських компонентах покращує основні господарсько-цінні ознаки гібридів;
- виявлено, що використання у гетерозисному насінництві материнського компонента з генетичним маркером *a2*, а батьківського компонента — *CI*, можливе без негативного впливу на врожайні якості насіння;
- з'ясовано, що використання генетичної системи контрольованого розмноження на основі гена функціональної чоловічої стерильності *Vg1* і маркера *a2* не спричинює негативного впливу на урожайність гібридів;
- доведено, що використання генетичної системи контрольованого розмноження на основі генів ядерної стерильності *ms5* і *ms13* і маркера *a2* не знижує продуктивності гібридів.

Удосконалено технологію мікроклонального розмноження кукурудзи, зокрема, стерилізації експлантів при введенні в ізолювану культуру.

Набули подальшого розвитку методи контролювання генетичної чистоти гібридного насіння кукурудзи, із використанням генетичних маркерів у різних генетичних системах контрольованого розмноження (ГСКР).

Практичне значення одержаних результатів. В агрокліматичних умовах Степу України отримано насіння коізогенних аналогів гібридів кукурудзи Піонер-Гран 3978 і Гран-6 за різних ГСКР. Унаслідок впровадження коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 ПЗзМАСR×П5МВР-RR, ПЗMalal×П5МBalal та ПЗзMa2a2msms×П5СВCICI на Брилівській ДС Херсонської області отримано врожайність зерна відповідно 10,5; 11,2 та 9,7 т/га зі збиральною вологістю 12,0 14,0 та 12,2 %. Результати досліджень, щодо технології стерилізації рослинних експлантів для подальшого їх культивування *in vitro* впроваджено у навчальний процес природничого факультету Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (2016 р.), наукову роботу відділу генетики, селекції рослин та репродуктивної біології дендрологічного парку «Софіївка» НАН України і навчально-науково-виробничій лабораторії біотехнології Уманського національного університету садівництва (2016 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі наукової літератури, визначенні мети та задач дослідження, розробці програми та схеми дослідів, проведенні спостережень, обліків і аналізів експериментальних даних, формулюванні висновків та рекомендацій, підготовці до публікацій наукових праць, а також запровадженні результатів досліджень у виробництво. У спільних публікаціях частка авторства становить від 30 до 70 %.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи оприлюднено на II Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів: «Молодь та поступ біології» (Львів, 2006); II Міжнародній конференції молодих учених «Біологія: від молекули до біосфери» (Харків, 2007); III Міжнародній конференції молодих вчених «Розмаїття живого. Екологія. Адаптація. Еволюція» присвяченої 100-річчю з дня народження видатного українського ліхенолога М. Ф. Макаревич (Одеса, 2007); III Міжнародній конференції молодих учених «Біологія: від молекули до біосфери» (Харків, 2008); Міжнародній науково-практичній конференції «Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва» (Київ, 2012); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2014); Міжнародній науково-практичній конференції пам'яті професора Б. Х. Жерукова «Продовольственная безопасность и устойчивое сельское развитие: глобальные, национальные и региональные аспекты» (Нальчик, 2014); III Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2015); Міжнародній науковій конференції «Гетерозис: досягнення та проблеми» (Умань, 2015); Міжнародній науково-практичній конференції «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (Кіров, 2015).

Публікації. Результати досліджень за темою дисертації опубліковано у 19 наукових працях, з них шість — у фахових виданнях України, дві — у зарубіжних періодичних наукових виданнях, 11 — тез і матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційну роботу викладено на 255 сторінках комп'ютерного набору, з яких 165 основного тексту. Вона складається зі вступу, семи розділів, висновків та рекомендацій виробництву. Робота містить 36 таблиць, 23 рисунки та 40 додатків. Список використаних джерел налічує 341 найменування, з яких 52 — латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ГЕТЕРОЗИСНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ГСКР (огляд літератури)

У розділі наведено аналіз досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених щодо методів створення та впровадження у виробництво гетерозисних гібридів кукурудзи, адаптованих до різних умов вирощування. Обговорено основні проблеми покращення традиційних методів насінництва. Визначено недостатньо вивчені питання та обґрунтовано необхідність проведення досліджень з метою удосконалення насінництва гібридів кукурудзи в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу України.

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в Уманському національному університеті садівництва (УНУС) у Черкаській і на Брилівській дослідній станції (БДС) у Херсонській областях впродовж 2006–2008 рр. Можливість вдосконалення методів мікроклонального розмноження ЧС-компонентів та закріплювачів стерильності проводили у навчально-науково-виробничій лабораторії біотехнології кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології УНУС у 2014–2015 рр. на прикладі гетерозисного гібрида F_1 Піонер-Гран 3978.

Ґрунти дослідних ділянок УНУС відносяться до чорноземів опідзолених важкосуглинкових, на БДС — темно-каштанових легкосуглинкових малогумусних.

Погодні умови у період вегетації кукурудзи мали мінливий характер за нестійкого зволоження у Лісостепу з показниками середньо-багаторічної суми опадів 633 мм, з яких за вегетаційний період випадає 379 мм та з недостатнім вологозабезпеченням у Степу відповідно 451 та 133 мм, відповідно. Нерівномірний розподіл опадів та висока температура повітря призводили до значного зменшення врожайності кукурудзи.

Матеріалами досліджень слугували коізогенні аналоги простого гібрида Піонер-Гран 3978 (ПЗСа2а2 × П5СВСІСІ): ПЗС × П5СВСІСІ, ПЗзСа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗМа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМ × П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vg1а2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2msms × П5СВСІСІ, ПЗМалal × П5МВалal, ПЗзМАСR × П5МВР-RR та коізогенні аналоги трилінійного гібрида Гран-6 (П7С × П26СВалal): П7зС × П26СВалal, П7зСVg1Vg1 × П26СВалal, П7зСалal × П26СВалal, П7зСАСR × П26СВСІСІ.

Дослідження проводили за «Методикою державного випробування сільськогосподарських культур» (2001). Зокрема під час збирання підраховували кількість рослин та визначали масу зібраних качанів з ділянки. Вологомірором Dickey–John multigrain визначали вологість зерна при збиранні врожаю. Для структурного аналізу врожаю відбиралися 10 качанів з облікової ділянки, на яких після висушування вимірювали довжину та діаметр качана, кількість рядів зерен і зерен у ряду, масу 1000 зерен.

При проведенні фенологічних спостережень визначали дати: сходів, виходу 50 % волоті та її цвітіння, появи приймочок, молочної, воскової та повної стиглості відповідно до «Методичних рекомендацій польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи» (2003).

Пошкодження кукурудзяним метеликом та ураження пухирчастою сажкою оцінювали за методикою Н. В. Вилкової, В. Г. Івашенка та А. Н. Фролова (1989). Параметри загальної адаптивної здатності (ЗАЗ), варіанси специфічної адаптивної здатності (САЗ) коефіцієнта регресії та селекційної цінності генотипу (СЦГ) гібридів оцінювали за методикою А. В. Кільчевського і Л. В. Хотильової (1985).

Експериментальні дослідження з мікроклонального розмноження проводили за методиками розробленими Р. Г. Бутенко (1989). У роботі використовували модифіковані середовища Т. Murashige і F. Skoog (1962).

Статистичний аналіз виконували за Р. Фішером у викладі В. О. Єщенко зі співавторами (2005) та використанням відповідних комп'ютерних програм «Statistica-6» та MS «Exell». Розрахунки економічної ефективності зроблені за нормативами і цінами станом на 28 серпня 2015 р.

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЕЛЕМЕНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Урожайність є одним із найважливіших критеріїв оцінки вирощуваних гібридів. Результати досліджень показали, що врожайність більше залежала від умов вирощування, ніж від генотипу. При цьому коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 у агрокліматичних умовах Лісостепу перевищили контроль на 0,3–2,1 т/га, а в умовах Степу на 0,4–1,6 т/га зі стабільним суттєвим збільшенням врожаю зерна коізогенних аналогів ПЗзMVg1Vg1a2a × П5СВC1C1, ПЗзMa2a2msms × П5СВC1C1, ПЗMa1a1 × П5MBa1a1 та ПЗзMACR×П5MBP-RR (рис. 1).

В обох зонах проведення досліджень, найменше варіювання врожайності було у коізогенного аналога ПЗзMACR×П5MBP-RR, що вказує на його стабільність і дає підстави припускати більшу вирівняність за генотипом. Однак, незначне варіювання зернової продуктивності також відмічалось у аналогів ПЗзMVg1Vg1a2a × П5СВC1C1 і ПЗзMa2a2msms × П5СВC1C1 в агрокліматичних умовах Лісостепу, а також ПЗMa2a2×П5СВC1C1 в умовах Степу, при наявності у їх материнських компонентах генетичного маркера a2, із істотною надбавкою врожаю.

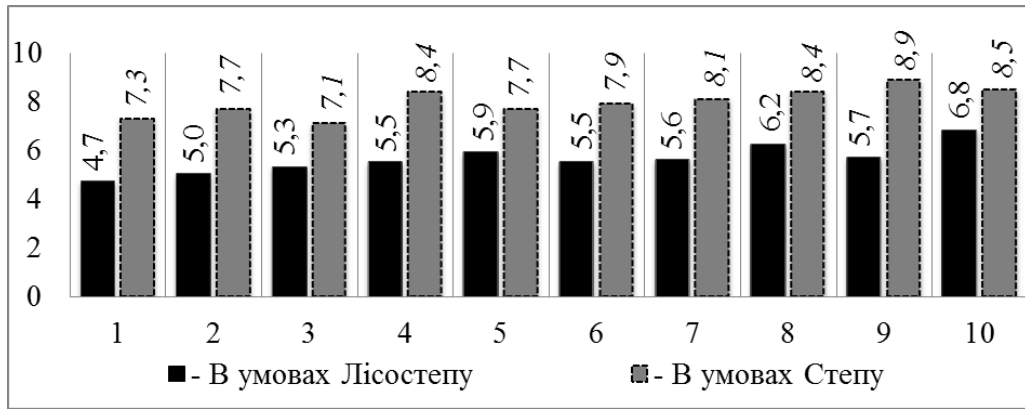


Рис. 1. Урожайність зерна коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, (2006-2008 рр.), т/га: 1 – ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль); 2 – ПЗС×П5СВСІСІ; 3 – ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ; 4 – ПЗзМ×П5СВСІСІ; 5 – ПЗМа2а2×П5СВСІСІ; 6 – ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ; 7 – ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ; 8 – ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ; 9 – ПЗМa1a1×П5МВa1a1; 10 – ПЗзМАСR×П5МВР-RR

Вивчення коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 засвідчило схожі закономірності. В агрокліматичних умовах Лісостепу коізогенні аналоги гібрида Гран-6 П7зСАСR×П26СВСІСІ і П7зСa1a1×П26СВa1a1 перевищили контроль відповідно на 1,9 і 1,8 т/га, тоді як в умовах Степу П7зС×П26СВa1a1 і П7зСАСR×П26СВСІСІ забезпечили надбавку на 0,5 та 1,2 т/га (рис. 2). Стабільний прояв урожайності культури спостерігався у коізогенних аналогів гібрида Гран-6 П7зСa1a1×П26СВa1a1 і П7зС×П26СВa1a1.

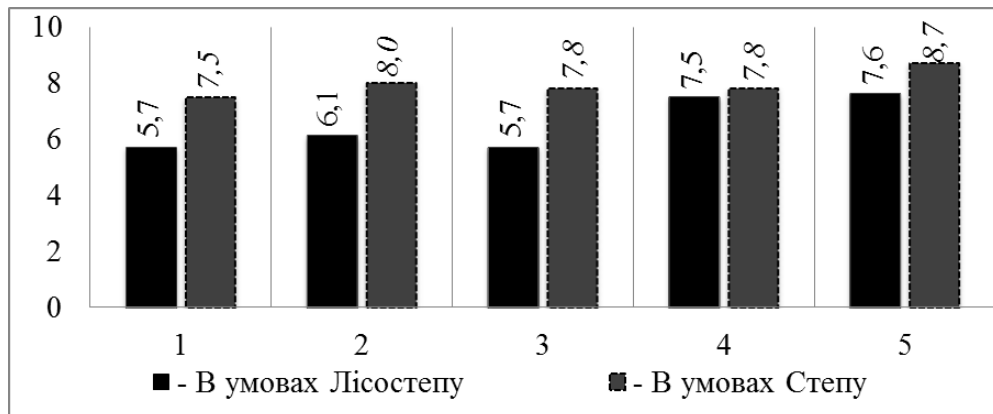


Рис. 2. Урожайність коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, (2006–2008 рр.), т/га: 1 – П7зС×П26СВa1a1(контроль); 2 – П7зС×П26СВa1a1; 3 – П7зСVg1Vg1×П26СВa1a1; 4 – П7зСa1a1×П26СВa1a1; 5 – П7зСАСR×П26СВСІСІ

Істотне збільшення вологості зерна спостерігалось у коізогенних аналогів Піонер-Гран 3978 ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ та ПЗС×П5СВСІСІ на 3,6 і 1,8 % у Лісостепу та у ПЗМa1a1×П5МВa1a1 на 3,0 та 2,3 % відповідно в

агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу. Однак, хоча в умовах Степу вологість зерна коізогенного аналога ПЗ*Malal*×П5*MValal* була порівняно з контролем більшою, вона не перевищувала значення 14 %, що свідчить про цінність введення генетичного маркера *al* у генотипи обох компонентів гібрида (рис. 3).

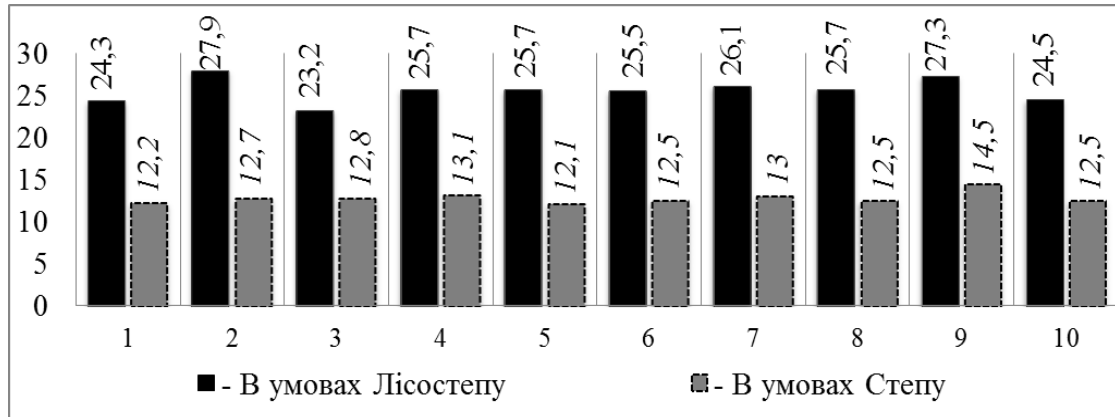


Рис. 3. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, (2006–2008 рр.), %: 1 – ПЗ*Ca2a2*×П5*CVCICI* (контроль); 2 – ПЗ*C*×П5*CVCICI*; 3 – ПЗ*zCa2a2*×П5*CVCICI*; 4 – ПЗ*zM*×П5*CVCICI*; 5 – ПЗ*Ma2a2*×П5*CVCICI*; 6 – ПЗ*zMa2a2*×П5*CVCICI*; 7 – ПЗ*zMVg1Vg1a2a*×П5*CVCICI*; 8 – ПЗ*zMa2a2msms*×П5*CVCICI*; 9 – ПЗ*Malal*×П5*MValal*; 10 – ПЗ*zMACR*×П5*MVP-RR*

Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 істотно збільшилась у П7*zC*×П26*CBalal* в умовах Лісостепу і П7*zCVg1Vg1*×П26*CBalal* в обох зонах вирощування гібридів (рис. 4).

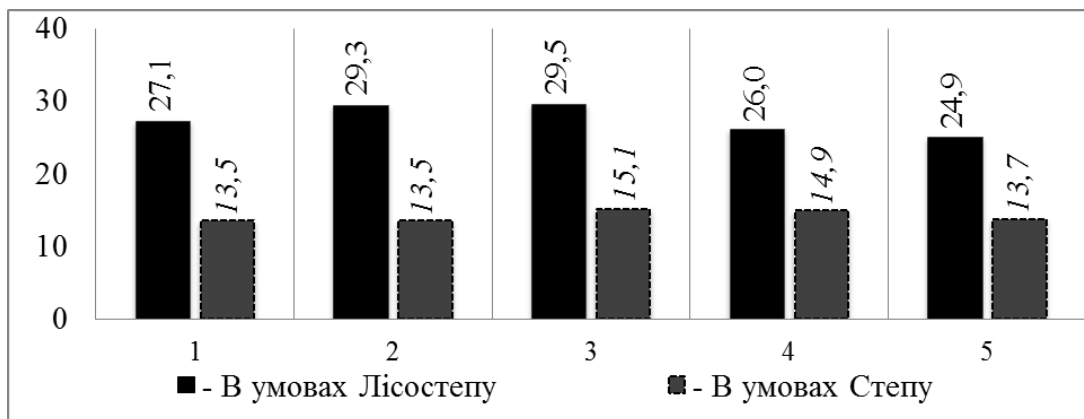


Рис. 4. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, (2006–2008 рр.), %: 1 – П7*zC*×П26*CBalal* (контроль); 2 – П7*zC*×П26*CBalal*; 3 – П7*zCVg1Vg1*×П26*CBalal*; 4 – П7*zCalal*×П26*CBalal*; 5 – П7*zCACR*×П26*CVCICI*

Слід зазначити, що в умовах Степу суттєвого збільшення збиральної вологості зерна не встановлено. Проте, дві гібридні форми

П7з*Calal*×П26С*Balal* і П7зС*Vg1Vg1*×П26С*Balal* потребували досушування зерна, тому що його вологість перевищувала базову, відповідно, на 0,9 і 1,1 %.

Встановлено, що збільшення врожайності у гібридної комбінації ПЗз*MACR*×П5*MVP-RR* і П7зС*ACR*×П26С*BCICI* за наявності в генотипах їх материнських компонентів домінантних генетичних маркерів *ACR* відбувалося в першого гібрида за рахунок збільшення довжини качана, його діаметра (в умовах Степу) і кількості зерен у ряду в обох зонах проведення досліджень, тоді як у другого — довжини качана, кількості рядів зерен (в обох зонах досліджень) і зерен у ряду в агрокліматичних умовах Степу.

АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ І СТАБІЛЬНІСТЬ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Встановлено, що залежно від генотипу і умов вирощування значення ефекту загальної адаптивної здатності (ЗАЗ) змінювалося від низького до високого (табл. 1).

Таблиця 1

Параметри адаптивної здатності та стабільності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ	Коефіцієнт регресії	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ	Коефіцієнт регресії
	Лісостеп			Степ		
ПЗСа2а2×П5С <i>BCICI</i> (контроль)	-0,9	0,1	0,8	-0,7	0,8	1,1
ПЗС×П5С <i>BCICI</i>	-0,6	0	0,3	-0,3	1,8	1,7
ПЗзСа2а2×П5С <i>BCICI</i>	-0,3	0,1	0,8	-0,9	0,2	0,7
ПЗзМ×П5С <i>BCICI</i>	-0,1	0,2	1,1	0,3	0,1	0,4
ПЗМа2а2×П5С <i>BCICI</i>	0,3	0,4	1,5	-0,3	0,4	0,9
ПЗзМа2а2×П5С <i>BCICI</i>	-0,1	0,5	1,7	-0,1	0,1	0,1
ПЗзМ <i>Vg1Vg1a2a</i> ×П5С <i>BCICI</i>	0	0,2	0,9	0,1	0,6	1,1
ПЗзМа2а2 <i>msms</i> ×П5С <i>BCICI</i>	0,6	0,2	0,8	0,4	1,2	1,5
ПЗМ <i>alal</i> ×П5М <i>Balal</i>	0,1	0,1	1,3	0,9	1,5	1,6
ПЗз <i>MACR</i> ×П5М <i>BVP-RR</i>	1,1	0	0,7	0,5	0,5	0,9

Так найвищий ефект ЗАЗ (0,6 і 1,1 %) у коізогенних аналогів простого гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу забезпечили аналог ПЗзМа2а2*msms*×П5С*BCICI* і гібридна комбінація ПЗз*MACR*×П5М*BVP-RR*, тоді як в умовах Степу в гібридної комбінації ПЗМ*alal*×П5М*Balal* ефект ЗАЗ був на 0,44 % більше, ніж у аналога ПЗз*MACR*×П5М*BVP-RR*. Найнижчий ефект ЗАЗ (-0,6 %) в умовах Лісостепу був у ПЗС×П5С*BCICI*, тоді як в умовах Степу у ПЗзСа2а2×П5С*BCICI* (-0,9 %).

За реакцією гібридів кукурудзи на зміну гідротермічних умов вирощування до групи інтенсивного типу було віднесено гібридні форми: ПЗзМ × П5СВСІСІ, ПЗМа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗМала1 × П5МВала1 (в умовах Лісостепу) і ПЗС × П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vg1а2а × П5СВСІСІ, ПЗМала1 × П5МВала1 (в умовах Степу).

До високопластичного типу гібридів віднесено коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 з низькою реакцією на зміну умов вирощування ПЗС × П5СВСІСІ, ПЗзСа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vg1а2а × П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2msms × П5СВСІСІ, ПЗзМАСR × П5МВР-RR в умовах Лісостепу і гібридні комбінації: ПЗзСа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМ × П5СВСІСІ, ПЗМа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2 × П5СВСІСІ і ПЗзМАСR × П5МВР-RR в умовах Степу. Гібридні комбінації ПЗМала1 × П5МВала1 і ПЗзМАСR × П5МВСВР-RR віднесені, відповідно, до інтенсивного і високопластичного типів в обох агрокліматичних зонах.

Для відбору зразків за продуктивністю в поєднанні зі стійкістю до погодних умов використовували показник селекційної цінності генотипу (СЦГ). Встановлено, що найбільшу селекційну цінність генотипу у досліді (4,6 і 6,3 од.) забезпечили аналоги ПЗзМ × П5МВСІСІ і ПЗзСа2а2 × П5СВСІСІ, відповідно, в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу (рис. 5).

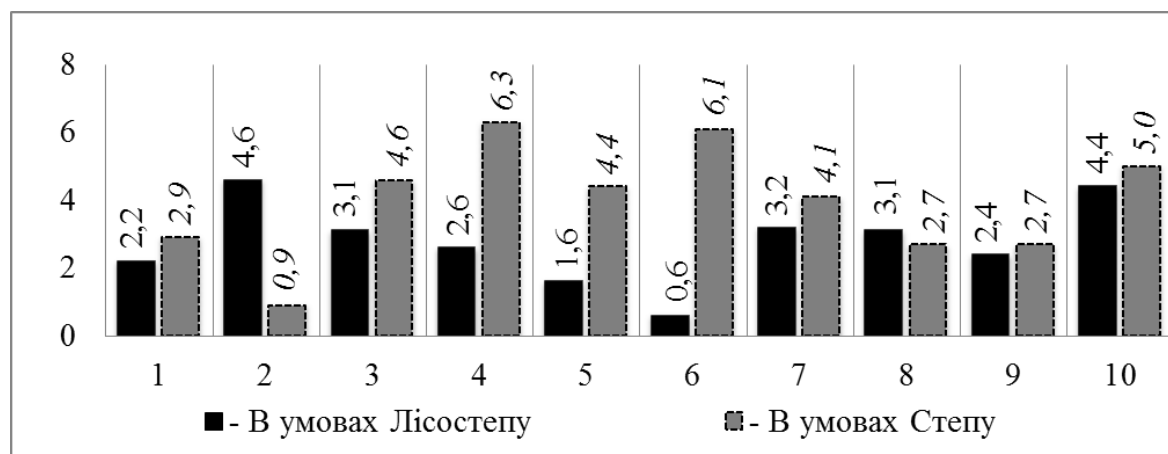


Рис. 5. Селекційна цінність генотипу коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, (2006–2008 рр.), од.: 1 – ПЗСа2а2 × П5СВСІСІ (контроль); 2 – ПЗС × П5СВСІСІ; 3 – ПЗзСа2а2 × П5СВСІСІ; 4 – ПЗзМ × П5СВСІСІ; 5 – ПЗМа2а2 × П5СВСІСІ; 6 – ПЗзМа2а2 × П5СВСІСІ; 7 – ПЗзМVg1Vg1а2а × П5СВСІСІ; 8 – ПЗзМа2а2msms × П5СВСІСІ; 9 – ПЗМала1 × П5МВала1; 10 – ПЗзМАСR × П5МВР-RR.

Проте, слід відмітити, що найкращим варіантом поєднання високої продуктивності (6,8 і 8,5 т/га) з селекційною цінністю генотипу (4,4 і 5,0 од.) визначено коізогенний аналог ПЗзМАСR × П5МВСВР-RR, відповідно, в умовах Лісостепу і Степу.

Високим показником загальної адаптивної здатності (1,0 %) характеризувалися коізогенний аналог трілінійного гібрида Гран-6

П7з*Calal*×П26С*Balal* в агрокліматичних умовах Лісостепу, тоді як 0,7 і 1,1 % мала гібридна комбінація П7з*SACR*×П26С*BCICI* в обох зонах проведення досліджень (табл. 2).

Таблиця 2

Параметри адаптивної здатності та стабільності коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ	Коефіцієнт регресії	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ	Коефіцієнт регресії
	Лісостеп			Степ		
П7С×П26С <i>Balal</i> (контроль)	-0,8	0,1	0,8	-0,4	0,1	0,3
П7зС×П26С <i>Balal</i>	-0,4	0,3	1,0	0,1	0,4	1,1
П7зС <i>Vg1Vg1</i> ×П26С <i>Balal</i>	-0,8	0,2	0,9	-0,2	0,5	1,2
П7з <i>Calal</i> ×П26С <i>Balal</i>	1,0	0,4	1,1	-0,2	0,4	1,0
П7з <i>SACR</i> ×П26С <i>BCICI</i>	1,1	0,4	1,2	0,7	0,7	1,4

Для визначення реакції генотипів на різні екологічні умови вирощування було використано значення коефіцієнту регресії. За цим показником до групи інтенсивного типу, з більшою чутливістю до умов вирощування, було віднесено дві гібридні комбінації П7з*Calal*×П26С*Balal* і П7з*SACR*×П26С*BCICI* в агрокліматичних умовах Лісостепу. До цієї ж групи належать і три досліджувані коізогенні аналоги гібрида Гран-6 П7зС×П26С*Balal*, П7зС*Vg1Vg1*×П26С*Balal* і П7з*SACR*×П26С*BCICI* в умовах Степу. До групи високостабільних в умовах Лісостепу віднесена гібридна форма П7зС*Vg1Vg1*×П26С*Balal*, що характеризувалась низькою реакцією на зміну умов вирощування, а коізогенні аналоги П7зС×П26С*Balal* (в умовах Лісостепу) і П7з*Calal*×П26С*Balal* (в умовах Степу) — до групи середньопластичних.

Найвищу селекційну цінність генотипу у досліді проявили гібридні комбінації П7з*Calal*×П26С*Balal* і П7з*SACR*×П26С*BCICI*, які поєднали у собі високу врожайність і стабільність її реалізації в обох зонах проведення досліджень (рис. 6).

Отже, введення у генотип гібрида генетичного маркера *al* (обох компонентів простого чи трилінійного гібрида) забезпечували одержання високого врожаю, однак у повній залежності від метеорологічних умов. Наявність у генотипі материнського компонента домінантних генетичних маркерів *ACR* у коізогенного аналога простого гібрида кукурудзи Піонер-Гран 3978 сприяло отриманню стабільного високого врожаю за зміни погодних умов, натомість наявність цих же генетичних маркерів у аналога трилінійного гібрида Гран-6 призводило до підвищення чутливості гібриду щодо умов вирощування.

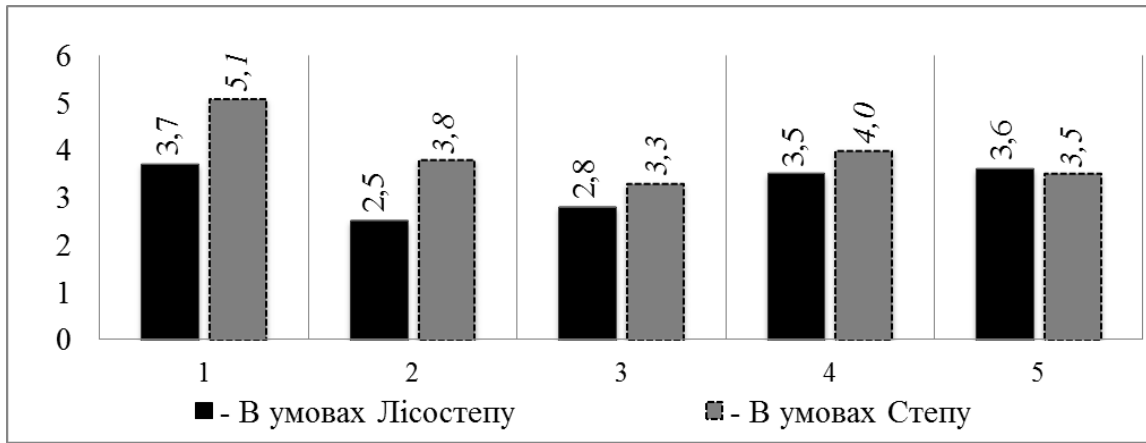


Рис. 6. Селекційна цінність генотипу коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, (2006–2008 рр.), од.: 1 - П7С×П26СВал1 (контроль); 2 - П7зС×П26СВал1; 3 - П7зСVg1Vg1×П26СВал1; 4 - П7зСал1×П26СВал1; 5 - П7зСАСR×П26СВСІСІ

ХАРАКТЕРИСТИКА КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ

При вирощуванні гетерозисних гібридів кукурудзи особливу увагу звертають на тривалість вегетаційного періоду, як на один із важливих показників. Дослідженнями, проведеними в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежала від умов вирощування більше, ніж від генотипу.

Важливим чинником отримання запланованого врожаю є стійкість до пошкодження шкідниками і ураження хворобами, що призводять до зниження кількості і погіршення якості врожаю. Встановлено, що всі вивчені коізогенні аналоги гібридів Піонер-Гран 3978 і Гран-6 мали високий рівень стійкості щодо пошкодження кукурудзяним метеликом (*Ostrinia (Pyrausta) nubilalis* Hbn.) і ураження пухирчастою сажкою (*Ustilago zae* (Beckm.) Unger). *nubilalis* Hbn.

Висота рослин і висота прикріплення господарсько-цінного качана характеризують придатність до механізованого збирання врожаю. Висота рослин і висота прикріплення господарсько-цінного качана коізогенних аналогів гібридів Піонер-Гран 3978 та Гран-6 більше залежали від умов року, ніж від генотипу. Всі коізогенні аналоги мали висоту рослин від 174,0 до 192,6 см і від 198,0 до 219,0 см, відповідно в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу (табл. 3). При цьому істотну перевагу до контролю забезпечила гібридна комбінація ПЗзМАСR×П5МВСВР-RR, що перевищила контрольний варіант, відповідно, на 11,8 та 18,7 см у визначених агрокліматичних зонах.

Істотне зменшення висоти рослин спостерігали у гібридній формі ПЗзМ × П5СВСІСІ в умовах Лісостепу, тоді як збільшення — від 8,9 до 12,6 см в агрокліматичних умовах Степу забезпечили аналоги ПЗзСа2а2 × П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2 × П5СВСІСІ та ПЗзМа2а2msms × П5СВСІСІ.

**Висота рослин і висота прикріплення господарсько-придатного качана
коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Піонер-Гран 3978 в
агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Висота							
	рослин		прикріплення качана		рослин		прикріплення качана	
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю
	Лісостеп				Степ			
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	181,1	–	63,4	–	200,3	–	74,7	–
ПЗС×П5СВСІСІ	178,1	-3,0	67,4	+4,0	202,0	+1,7	76,1	+1,4
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	179,0	-2,1	66,4	+3,0	209,5*	+9,2	81,9*	+7,2
ПЗзМ×П5СВСІСІ	174,0*	-7,1	63,9	+0,5	198,0	-2,3	80,4*	+5,7
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	181,1	0	62,1	-1,3	209,2*	+8,9	82,9*	+8,2
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	183,8	+2,7	68,4*	+5,0	212,9*	+12,6	83,1*	+8,4
ПЗзМVg1Vg1a2а× П5СВСІСІ	183,5	+2,4	70,2*	+6,8	205,6	+5,3	85,0*	+10,3
ПЗзМа2а2msms× П5СВСІСІ	185,1	+4,0	64,9	+1,5	209,6*	+9,3	82,2*	+7,5
ПЗМa1a1×П5МBа1a1	186,8	+5,7	68,7*	+5,3	205,3	+5,0	82,8*	+8,1
ПЗзМАСR×П5МBР-RR	192,9*	+11,8	63,7	+0,3	219,0*	+18,7	85,2*	+10,5
НР _{0,05}	фактор А (середовище)	3,8		2,5		3,4		2,1
	фактор В (генотип)	6,9		4,6		6,3		3,8
	фактор АВ (взаємодія)	12,0		8,0		10,8		6,7

Примітка: * – істотно на рівні $P > 0,05$.

За висотою прикріплення господарсько-цінного качана всі досліджувані коізогенні аналоги переважали контроль, але суттєву перевагу в обох агрокліматичних умовах вирощування забезпечували аналоги ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vg1a2а×П5СВСІСІ і ПЗМa1a1×П5МBа1a1.

Висота рослин у коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 була на рівні контролю в агрокліматичних умовах Лісостепу (табл. 4). Однак, вона суттєво (на 10,6–14,3 см) була меншою у аналогів в умовах Степу.

Висота прикріплення качана змінювалась відповідно даних висоти рослин. Її істотне зменшення в агрокліматичних умовах Степу не призводило до погіршення показників придатності для механізованого збирання, а лише вказувало на реакцію генотипів залежно від умов вирощування.

Порівняння коізогенних аналогів за показниками висоти рослин і висоти прикріплення господарсько-цінного качана в обох зонах проведення

дослідження засвідчує, що в умовах Степу всі гібридні комбінації мали істотно вищі значення показників до контролю.

Таблиця 4

Висота рослин і висота прикріплення господарсько-придатного качана коізогенних аналогів гібрида Гран–6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація		Висота							
		рослин		прикріплення качана		рослин		прикріплення качана	
		см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю
		Лісостеп				Степ			
П7С×П26С <i>Balal</i> (контроль)		189,7	–	69,8	–	221,6	–	88,5	–
П7зС×П26С <i>Balal</i>		191,2	+1,5	68,6	-1,2	209,7*	-11,9	77,2*	-11,3
П7зС <i>Vg1Vg1</i> ×П26С <i>Balal</i>		192,5	+2,8	70,6	+0,8	211,0*	-10,6	81,8*	-6,7
П7зС <i>alal</i> ×П26С <i>Balal</i>		192,9	+3,2	68,6	-1,2	209,9*	-11,7	80,7*	-7,8
П7зС <i>ACR</i> ×П26С <i>ICI</i>		190,4	+0,7	70,2	+0,4	207,3*	-14,3	77,4*	-11,1
HIP ₀₅	фактор А (середовище)	5,3		3,4		6,0		2,6	
	фактор В (генотип)	6,9		4,4		7,8		3,4	
	фактор АВ (взаємодія)	11,9		7,7		13,5		5,8	

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДНОЇ КУКУРУДЗИ

Розмноження у чистоті ЧС-компонентів гібридів кукурудзи потребує великих затрат на створення закріплювачів стерильності і відновлювачів фертильності. Тому використання біотехнологічних методів, зокрема, мікроклонального розмноження у промислових масштабах дозволить прискорити технологічний процес і підвищити рентабельність культури.

З метою прискорення розмноження компонентів п'яти коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 ПЗСа2а2, ПЗзМ, ПЗзМ*Vg1Vg1a2a2*, ПЗМ*alal*, ПЗзМ*ACR* застосовували мікроклонування рослин і в позасезонний період за експланти використовували проростки насіння. Насіння пророщували у чашках Петрі на фільтрувальному папері у стерильній дистильованій воді у світлових і темнових умовах, а також на ґрунтовій суміші (2/3 ґрунту і 1/3 піску) у світлових і темнових умовах. Перед пророщуванням виконували протокольне промивання насіння мильною і дистильованою водою та додаткове оброблення гіпохлоридом натрію впродовж 20 хв з наступним промиванням стерильною водою. З'ясувалося, що насіння краще проростало у варіанті пророщування на дистильованій воді у світлових умовах, при цьому

частка інфікованих експлантів не перевищувала 17,4 %. Натомість на ґрунтовій суміші у темнових умовах вихід придатних до введення проростків був значно меншим, а частка інфікованого матеріалу досягала 80,2 %.

Після цього промиті проростки стерилізували гіпохлоридом і перкарбонатом натрію з експозиціями 15, 30 і 45 хв (табл. 5).

Таблиця 5

Ефективність стерилізації рослинного матеріалу компонентів гетерозисних гібридів кукурудзи залежно від типу стерилізації та експозиції (на 15 добу після введення *in vitro*)

Стерилізатор	Концентрація, %	Експозиція стерилізації, хв	Вихід життєздатних експлантів, %	Частка інфікованих експлантів, %	Кількість експлантів з некрозом, %
Гіпохлорид натрію (контроль)	10	15	86,3	0	13,7
		30	63,1	0	48,7
		45	36,6	0	63,4
Перкарбонат натрію	1,5	15	0*	100	0
		30	14,3	85,7	0
		45	0*	29,4	70,6
	3,0	15	85,7	0	14,3
		30	57,1	0	42,9
		45	0*	0	100
	6,0	15	55,7	0	44,3
		30	43,7	0	56,3
		45	0*	0	100

НІР_{0,5}

7,3

Примітка: * — у розрахунках НІР_{0,5} варіанти з нульовим виходом життєздатних експлантів не брались до уваги.

З'ясувалося, що найбільший вихід життєздатних експлантів компонентів коізогенного аналога гібрида Піонер-Гран 3978 було отримано у варіантах за 15-хвилинної експозиції обробки 10 % гіпохлоридом натрію, а також 3 %-м перкарбонатом натрію, 86,3 і 85,7 % відповідно, за повної відсутності інфікованого матеріалу і незначним некрозом експлантів. Це свідчить про можливість заміни токсичного гіпохлориду натрію на екологічно безпечний перкарбонат натрію.

Серед вивчених материнських ліній найвищу частку життєздатних експлантів забезпечили материнські лінії ПЗMalal і ПЗзMACR, які за 15-хв стерилізації 3 % перкарбонатом натрію мали вихід стерильних матеріалів на рівні 98,0 та 94,0 %, а за обробки 10 % гіпохлоридом натрію — 96,0 %.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ КУКУРУДЗИ

Розрахунок економічної ефективності вирощування коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу показав, що рівень рентабельності в усіх аналогів був вищим ніж у контрольному варіанті. Однак, найкращим варіантом в агрокліматичних умовах Лісостепу за сукупністю економічних параметрів вирощування була гібридна комбінація ПЗМАСР×П5МВСВР-RR, яка забезпечила одержання врожайності 6,8 т/га та рівень рентабельності 106 %. В умовах Степу найкраще себе зарекомендувала гібридна форма ПЗMalal×П5MBalal, із урожайністю 8,5 т/га за рентабельності 148 %, що на 43 і 60 % більше, ніж у контрольному варіанті. Рівень рентабельності вирощування коізогенних аналогів трилінійного гібрида кукурудзи Гран-6 був також високим у контрольного варіанту. Встановлено, що вирощування гібридної комбінації П7зСАСР×П26СВСІСІ забезпечило підвищення економічної ефективності на 34 і 51 % до контролю відповідно в агрокліматичних умовах Степу і Лісостепу. Отже, наявність у генотипі материнського компонента домінантних генетичних маркерів АСР простого чи трилінійного гібрида дає змогу отримувати високу врожайність культури і відповідно високий рівень рентабельності вирощування гетерозисних гібридів кукурудзи.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення питання підвищення ефективності створення високоякісного гібридного насіння за різних ГСКР із генетичними маркерами для контролювання чистоти гібридного насіння, і збереженням урожайних і посівних якостей та високої типовості гібридного насіння для агрокліматичних умов Правобережного Лісостепу і Південного Степу України.

1. З'ясовано, що за вирощування коізогенних аналогів в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу наявність генетичних маркерів *a1*, *a2* і АСР у генотипі материнських компонентів і *a1*, *Cl* і *P-RR* у батьківських не призвела до зниження врожайності гібридів. Визначено, що використання генетичної системи контрольованого розмноження на основі гена *Vg* функціональної і генів *ms5* і *ms13* ядерної типів стерильності за наявності генетичного маркера *a2* не знижує продуктивності гібридів. Виявлено, що серед досліджуваних коізогенних аналогів найбільшу зернову продуктивність і вирівняність генотипу як у середньому, так і за роками проведених досліджень забезпечила гібридна комбінація ПЗМАСР×П5МВР-RR.

2. В агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу встановлено, що збиральна вологість зерна у коізогенних аналогів збільшувалась відносно контролю. Однак, в агрокліматичних умовах Степу вона не перевищувала базового значення. Виявлено, що за наявності у генотипах батьківських

компонентів молдавського типу стерильності генетичних маркерів *a1*, збиральна вологість зерна збільшувалась незалежно від умов вирощування, що може вказувати на генетичний контроль цієї ознаки. Натомість за наявності у коізогенних аналогів материнської лінії з маркерами *ACR*, і батьківської — *CI* гібридна комбінація характеризувалась тенденцією до прискореної втрати вологи зерном.

3. Визначено, що основні елементи структури продуктивності у більшості коізогенних аналогів були на рівні контролю. Однак, гібридна комбінація, материнська лінія якої закріплювач молдавського типу стерильності з маркерами *ACR*, і батьківська — відновлювач цього ж типу з маркером *P-RR*, характеризувалась істотним збільшенням довжини качана та кількості зерен у ряду, що підтверджує дані збільшення зернової продуктивності у поєднанні із високою стабільністю генотипу в обох агрокліматичних зонах.

4. В агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу найвищі ефекти ЗАЗ отримано у коізогенних аналогів простого гібрида Піонер-Гран 3978 і трилінійного гібрида Гран-6 з генетичним маркером *a1* у обох батьківських компонентах, що забезпечило високу врожайність, яка однак залежала від зміни метеорологічних умов вирощування. Наявність у генотипі материнського компонента домінантних генетичних маркерів *ACR* у коізогенного аналога Піонер-Гран 3978 сприяло отриманню стабільного високого врожаю за зміни погодних умов, натомість ці ж генетичні маркери у аналога трилінійного гібрида Гран-6 призвели до підвищення чутливості гібрида до умов вирощування. Доведено стабільно високі показники СЦГ в обох зонах вирощування коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 $P3zCa2a2 \times P5CBVCICI$, $P3zMVg1Vg1a2a \times P5CBVCICI$, $P3zMACR \times P5MBP-RR$, $P7zCalal \times P26CBalal$ і $P7zCACR \times P26CBVCICI$.

5. За даними тривалості вегетаційного періоду коізогенних аналогів простого і трилінійного гібридів, отриманими в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, з'ясовано, що використання у виробництві гетерозисного гібридного насіння материнських компонентів на основі різних ГСКР і генетичних маркерів можливе без застережень і не призводить до зміни тривалості основних його складових.

6. Визначено, що збільшення висоти рослин і висоти прикріплення господарсько-цінного качана у коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Піонер-Гран 3978 відповідно в агрокліматичних умовах Степу і Лісостепу та суттєве зменшення цих показників у коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в умовах Степу не впливає на їх придатність до механізованого збирання врожаю.

7. З'ясовано, що всі аналоги мали незначне пошкодження кукурудзяним метеликом (в умовах Лісостепу) або ж зовсім відсутнє (в умовах Степу). Стійкість коізогенних аналогів до пухирчастої сажки за трирічними даними була високою і дуже високою. Найменше уражувалися у досліді коізогенні аналоги, які мали у генотипі обох батьківських компонентів генетичні маркери *a1*.

8. Удосконалено методику мікроклонального розмноження кукурудзи. З'ясовано, що на 15 добу після введення *in vitro* найбільший вихід життєздатних експлантів компонентів коізогенного аналога гібрида Піонер-Гран 3978 було отримано у варіантах за 15-хвилинної експозиції обробки 10 % гіпохлоридом натрію, а також 3-хвилинної експозиції 3 % перкарбонатом натрію, відповідно 86,3 і 85,7 %, за повної відсутності інфікованого матеріалу і незначним некрозом експлантів. Це свідчить про можливість заміни токсичного гіпохлориду натрію на екологічно безпечний перкарбонат натрію.

9. Доведено, що введення генетичних маркерів *a1*, *a2*, *ACR*, *CI* і *P-RR* не призводить до зменшення врожайності і відповідно, не зменшує рентабельність вирощування вивчених гібридів кукурудзи. Однак, кращим в умовах Лісостепу за сукупністю економічних параметрів було вирощування гібридної комбінації ПЗзМАСR×П5МВР-RR з перевищенням за рівнем рентабельності контролю на 60 %, а в умовах Степу — гібридної форми ПЗМалal×П5МВалal з перевищенням за рівнем рентабельності контролю на 43 %. Встановлено, що високий рівень економічної ефективності вирощування (122 і 136 %) забезпечив коізогенний аналог П7зСАСR×П26СВСІСІ в обох агрокліматичних зонах.

10. Доведено, що введення в генотип материнського компонента генетичних маркерів *a1*, *a2* та *ACR* і в генотип батьківського — маркерів *a1*, *P-RR* і *CI* спрощує контролювання за фенотипом генетичної чистоти і гібридності насіння без зменшення врожаю і без погіршення господарсько-цінних ознак гібридної кукурудзи.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

1. Для спрощення контролю і відбору гібридного насіння рекомендується використовувати генетичні маркери забарвлення зернівки *a1*, *a2*, *ACR*, *CI* і *P-RR*, що не зменшує у гібридних форм урожайного потенціалу та інших господарсько-цінних ознак.

2. Підвищення ефективності виробництва гетерозисного гібридного насіння в агрокліматичних умовах Лісостепу (УНУС) і Степу (БДС) можливе за введення в генотип гібрида домінантних генетичних маркерів забарвлення зернівки *ACR* у материнський компонент і *P-RR* — у батьківський компонент, що спрощує контролювання гібридності насіння.

3. Рекомендована технологія стерилізації рослинного матеріалу для мікроклонального розмноження цінних материнських ліній кукурудзи з заміною токсичного гіпохлориду натрію на екологічно безпечний перкарбонат натрію.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Макаруч М. О. Врожайні якості насіння кукурудзи гетерозисного гібрида Піонер-Гран 3978 залежно від генотипу материнського компонента /

М. О. Макарчук // Бюлетень Інституту зернового господарства. — 2008. — № 33–34. — С. 196–199.

2. Парій Ф. М. Використання генетичних маркерів у виробництві гетерозисного гібридного насіння / Ф. М. Парій, О. П. Опалко, **М. О. Макарчук**, Я. Ф. Парій, В. В. Кондратюк // Збірник наукових праць Уманського ДАУ. — 2008. — Вип. 67. — С. 63–67. (*Здобувачем проведено аналіз літератури, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку, внесок здобувача – 50 %*).

3. Макарчук М. О. Вдосконалення технології стерилізації для мікроклонального розмноження гібридної кукурудзи / М. О. Макарчук // «Автохтонні та інтродуковані рослини» Збірник наукових праць. — 2015. — Вип. 11. — С. 130–137.

4. Макарчук М. О. Врожайні якості насіння гетерозисного гібрида кукурудзи Гран-6 залежно від генотипу материнського компонента та агроєкологічних умов зони вирощування. / М. О. Макарчук // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. — 2015. — Вип. 95. — С. 67–73.

5. Макарчук М. О. Формування елементів структури продуктивності кукурудзи залежно від генотипу гібридів і зони вирощування / М. О. Макарчук // Збірник наукових праць Уманського НУС. — 2016. — Вип. 88. — С. 231–239.

6. Макарчук М. О. Ефективність вирощування зерна кукурудзи у різних агроєкологічних зонах залежно від генотипу материнського компонента гетерозисного гібрида Піонер-Гран 3978 / М. О. Макарчук // Збірник наукових праць Уманського ДАУ «Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування». — 2008. — С. 444–449.

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

7. Макарчук М. О. Екологічна пластичність і стабільність гібридів кукурудзи залежно від їх генетичної системи контрольованого розмноження / М. О. Макарчук // Вісник Сумського НАУ. — 2015. — Вип. 9 (30). — С. 28–32.

8. Макарчук М. О. Особливості формування елементів структури продуктивності кукурудзи залежно від наявності в їх материнському компоненті генетичних маркерів [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП України. — 2016. — № 2 (59). — Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/issue/view/275>

Матеріали і тези наукових конференцій:

9. Макарчук М. О. Використання генів чоловічої стерильності для виробництва гетерозисного гібридного насіння кукурудзи. / М. О. Макарчук // Молодь та поступ біології: Збірник тез Другої Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів, (Львів, 21–24 березня 2006 р.) — Львів, 2006. — С. 144–145.

10. Макаrchук М. О. Врожайність гетерозисної гібридної кукурудзи залежно від форми стерильності материнського компонента / М. О. Макаrchук // Тези доповідей молодих учених: Матеріали II Міжнародної конференції молодих учених «Біологія: від молекули до біосфери», (Харків, 19–21 листопада 2007 р.) — Харків, 2007. — С. 166–167.

11. Makarchuk M. O. The peculiarities of the interlinear crossing of *Zea mays* L. corn in the conditions of central Forest–Steppe and Chestnut Steppe of Ukraine / M. O. Makarchuk // Proceedings of the III International young scientists conference Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution. Dedicated to 100 anniversary from birth of famous ukrainian lichenologist Maria Makarevych (Odesa, 15–18 May, 2007), – Odesa: Pechatniy dom, 2007. – P. 207.

12. Макаrchук М. О. Особливості вирощування гетерозисного гібрида кукурудзи Гран-6 та його коізогенних аналогів / М. О. Макаrchук // Біологія: від молекули до біосфери: Матеріали III Міжнародної конференції молодих науковців, (Харків, 18–21 листопада 2008 р.) — Харків, 2008. — С. 193–194.

13. Макаrchук М. О. Особливості формування врожаю нових гібридів кукурудзи на краплинному зрошенні / М. О. Макаrchук // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва», (Київ, 30 березня 2012 р.) — Київ, 2012. — С. 30–31.

14. Макаrchук М. О. Збиральна вологість зерна кукурудзи залежно від материнського компонента та агроєкологічних умов зони вирощування / М. О. Макаrchук // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки», (Київ, 19–20 листопада 2014 р.) — К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2014. — С. 63–64.

15. Опалко А. И. Совершенствование производства семян гибридной кукурудзы / А. И. Опалко, **М. А. Макаrchук** // Продовольственная безопасность и устойчивое сельское развитие: Глобальные, национальные и региональные аспекты: Материалы Международной научно-практической конференции. — Нальчик: КБГАУ, 2014. — С. 37–40. *(Здобувачем проведено аналіз літератури, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку, внесок здобувача – 70 %).*

16. Макаrchук М. О. Генетичні методи контролювання чистоти гібридного насіння кукурудзи / М. О. Макаrchук // Гетерозис: досягнення та проблеми: Тези доповідей Міжнародної наукової конференції, (Умань, 18–20 березня 2015 р.) — Умань: ВПЦ «Візаві», 2015. — С. 58–60.

17. Опалко А. И. Проблемы і перспективи використання гетерозисного ефекту у селекції рослин / А. И. Опалко, **М. О. Макаrchук**, О. В. Поліщук // Гетерозис: досягнення та проблеми: тези доповідей Міжнародної наукової конференції, (Умань, 18–20 березня 2015 р.) — Умань: ВПЦ «Візаві», 2015. — С. 86–89. *(Здобувачем проведено аналіз літератури, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку, внесок здобувача – 30 %).*

18. Опалко А. И. Генетические системы контролируемого размножения кукурудзы / А. И. Опалко, **М. А. Макаrchук** // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Международная научно–практическая конференция, (Киров, 2–3 апреля 2015 г.) — Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015. — С. 397–402. (Здобувачем проведено аналіз літератури, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку, внесок здобувача – 70%).

19. Макаrchук М. О. Адаптивна здатність коізогенних аналогів гібрида кукурудзи Гран–6 залежно від материнського компонента та агроєкологічних умов вирощування / М. О. Макаrchук // III Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання сучасної аграрної науки», (Умань, 20 листопада 2015 р.) — Умань: ВПЦ «Візаві», 2015. — С. 75–77.

АНОТАЦІЯ

Макаrchук М. О. Удосконалення методів кросбридингу для підвищення ефективності виробництва гібридного насіння кукурудзи. — На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 — селекція і насінництво. — Уманський національний університет садівництва, Умань, 2017.

Дисертацію присвячено з'ясуванню ефективності застосування генетичних маркерів у різних генетичних системах контрольованого розмноження (ГСКР) щодо прояву господарсько-цінних ознак гетерозисних гібридів кукурудзи порівняно з традиційними способами виробництва гібридного насіння в різних агроєкологічних умовах.

З'ясовано, що вирощування коізогенних аналогів в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу за наявності генетичних маркерів *a1*, *a2* і *ACR* у генотипі материнських компонентів і *a1*, *CI* і *P-RR* – у батьківських не призвела до зниження врожайності. Також визначено, що використання генетичної системи контрольованого розмноження на основі гена *Vg* функціональної і генів *ms5* і *ms13* ядерної типів стерильності за наявності генетичного маркера *a2* не знижує продуктивності гібридів кукурудзи.

Встановлено адаптивний потенціал коізогенних аналогів гібридів кукурудзи залежно від генотипу материнського компоненту. За коефіцієнтом регресії визначено реакцію гібридів на зміни гідротермічних умов вирощування.

Проведено оцінку коізогенних аналогів гібридів кукурудзи за основними господарсько-цінними ознаками. Встановлено, що збільшення висоти рослин і висоти прикріплення господарсько-цінного качана простого гібрида в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, а також суттєве їх зменшення у трилінійного гібрида в умовах Степу не впливають на їх придатність до механізованого збирання врожаю.

Удосконалено технологію мікроклонального розмноження компонентів гібридної кукурудзи. Визначено, що найкращими умовами для стерилізації експлантів є 10% гіпохлорид натрію, а також 3% перкарбонат натрію із 15-хвилинною експозицією.

У результаті оцінки економічної ефективності встановлено, що введення в гібридну комбінацію генетичних маркерів *a1*, *a2*, *ACR*, *CI* і *P-RR* не призводить до зменшення врожайності і рентабельності їх вирощування.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, генетична система контролюваного розмноження, коізогенний аналог, генетичні маркери, типи стерильності кукурудзи, закріплювач стерильності, відновлювач фертильності.

АННОТАЦІЯ

Макарчук М. А. Совершенствование методов кросбридинга для увеличения производства гибридных семян кукурузы. — На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 — селекция и семеноводство. — Уманский национальный университет садоводства, Умань, 2017.

Диссертация посвящена выяснению эффективности использования генетических маркеров в разных генетических системах контролируемого размножения (ГСКР) и их влиянию на проявление хозяйственно ценных признаков гетерозисных гибридов кукурузы по сравнению с традиционными способами производства гибридных семян в разных агроэкологических условиях.

Основным заданием семеноводства кукурузы является реализация достижений селекции за счет внедрения в производство новых высокопродуктивных гибридов кукурузы, сохранение их биологических и хозяйственных показателей, полученных в результате селекции и обеспечивающих уменьшение себестоимости гибридных семян в разных почвенно-климатических условиях.

Наиболее распространенным способом удешевления производства гибридных семян кукурузы является использование материнских линий с разными формами цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), преимущественно молдавского (М) и парагвайского (С) типов, которые являются наиболее изученными типами генетической системы контролируемого размножения (ГСКР) кукурузы. Однако, промышленное семеноводство на основе ЦМС связано с дополнительными затратами на создание и размножение закрепителей стерильности и восстановителей фертильности. Ф. Н. Парием совместно с сотрудниками были предложены ГСКР на основе генов *Vg* (*Vestigial glume*) функциональной стерильности, которые вызывают мужскую стерильность без нарушения генетических механизмов микро- и макроспорогаметогенеза и гены *ms5* и *ms13* ядерной

стерильности. Для упрощения контроля гибридности семян и удешевления их получения при использовании разных ГСКР, использовались маркерные гены окраски зерновки кукурузы (контроля гибридности по фенотипу).

В результате выращивания коизогенных аналогов в разных агроклиматических условиях Лесостепи и Степи выявлено, что при наличии генетических маркеров *a1*, *a2* и *ACR* в генотипах материнских компонентов и *a1*, *CI* и *P-RR* — у отцовских не происходит снижение урожайности гибридов. Доказано, что использование ГСКР на основе генов *Vg* функционального и генов *ms5* и *ms13* ядерного типов стерильностей при наличии генетического маркера *a2* не приводит к снижению продуктивности гибридов. Выявлено, что среди исследованных коизогенных аналогов наибольшую зерновую продуктивность и выравненность генотипа, как в среднем, так и в отдельные годы проведенных исследований, обеспечила гибридная комбинация ПЗзМАСР×П5МВР-RR, которая также характеризуется быстрой потерей влаги зерном.

Доказано, что увеличение зерновой продуктивности у гибридной комбинации ПЗзМАСР×П5МВР-RR происходит за счет существенного увеличения длины початка и количества зерен в ряду.

Расчётами адаптивной способности и стабильности коизогенных аналогов простого гибрида выявлено, что наличие в генотипе материнского компонента доминантных генетических маркеров *ACR* способствовало получению стабильного высокого урожая при разных погодных условиях. Наличие тех же маркеров в генотипе трехлинейного гибрида приводит к высокой чувствительности к условиям среды выращивания. Повышенной зависимостью к изменениям метеорологических условий выращивания характеризовались аналоги простого и трехлинейного гибридов при наличии в генотипах обоих родительских компонентов генетического маркера *a1* как в агроклиматических условиях Лесостепи, так и Степи.

Выявлено, что широкий диапазон изменчивости признаков высоты растений и высоты закладки хозяйственно ценного початка коизогенных аналогов гибридов обеих зон проведения исследований не повлиял на их пригодность для механизированной уборки.

Усовершенствована технология микрклонального размножения растительного материала кукурузы. При использовании данной технологии обнаружено, что наилучшими условиями для стерилизации эксплантов является 10-процентный гипохлорид натрия, а также 3-процентный перкарбонат натрия при 15-минутной экспозиции.

Экономическая оценка эффективности выращивания коизогенных аналогов показала, что внедрение в гибридную комбинацию генетических маркеров *a1*, *a2*, *ACR*, *CI* и *P-RR* не приводит к уменьшению урожайности и, соответственно, не снижает рентабельность их выращивания.

Доказано, что внедрение в генотип материнского компонента генетических маркеров *a1*, *a2*, *ACR* и отцовского – маркеров *a1*, *CI* и *P-RR* — не приводит к снижению урожайности и ухудшению хозяйственно ценных

признаков, но существенно упрощает контролирование генетической чистоты и гибридности семян кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, генетическая система контролируемого размножения, коизогенный аналог, генетические маркеры, типы стерильности кукурузы, закрепитель стерильности, восстановитель фертильности.

ANNOTATION

Makarchuk M. O. Improvement of crossbreeding methods for raising the efficiency of hybrid maize seed production. — (The manuscript).

Thesis for Obtaining Candidate`s Degree in Agricultural Sciences. Specialty 06.01.05 – Plant Breeding and Seed Production. — Uman National University of Horticulture. Uman, 2017.

The thesis is devoted to clarifying the effectiveness of applying genetic markers in different genetic system of controlled propagation (GSCP) as to the demonstration of economically valuable features of maize hybrids, compared to traditional methods of hybrid seed production under different agro-ecological zones.

As a result of the research, it was established that during cultivation of coisogenic analogues in agro-climatic conditions of Forest-Steppe and Steppe zones, the presence of genetic markers *a1*, *a2* and *ACR* in the genotype of the maternal components, and *a1*, *CI*, and *P-RR* in the paternal components did not lead to lowering yields and to reducing general economically valuable features of the hybrids. It was also determined that the use of the genetic system of controlled propagation based on the gene *Vg* of a functional type and genes *ms5* and *ms13* of a nuclear type of sterility under the presence of a genetic marker *a2* does not reduce the productivity of maize hybrids.

The adaptive capacity of coisogenic analogues of hybrids depending on the genotype of the parent component was established. The reaction of the hybrids to fluctuations of hydrothermal conditions of growing is determined according to the regression coefficient.

The evaluation of coisogenic analogues of maize hybrids according to main agronomic features is carried out. It is established that the increase in plant height and height of attachment of commercially valuable cob of a simple hybrid under the agro-climatic conditions of Forest-Steppe and Steppe zones, as well as a substantial reduction in the trilineage hybrid under the conditions of a Steppe zone did not affect their suitability to mechanized harvesting.

The technology for micropropagation of the components of maize hybrids is improved. According to which it is determined that the best conditions for the sterilization of explants is 10% sodium hypochlorite and 3% sodium percarbonate with a 15 minute exposure.

As a result of the evaluation of economic efficiency it was established that introducing markers *a1*, *a2*, *ACR*, *CI* and *P-RR* into a hybrid combination of genetic

markers does not reduce yield, and, accordingly, does not reduce the profitability of their cultivation.

Key words: maize, hybrid, genetic system of the controlled propagation, coisogenic analogue, genetic markers, types of maize sterility, maintainer line, fertility restorer.

Підписано до друку 16.01.2017
Ум. друк. арк. 0,9
Наклад 100 прим.

Формат 60×84/16
Обл.–вид арк. 0,9
Зам. № 1

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі УНУС
вул. Інститутська 1, Умань, 20305