

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

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Науковий керівник:
Опалко Анатолій Іванович
кандидат сільськогосподарських наук,
професор

Умань — 2017

ЗМІСТ	
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ГЕТЕРОЗИСНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ГСКР (огляд літератури)	13
1.1. Сучасні умови ведення насінництва	13
1.2. Моніторинг зміни клімату, як необхідна складова вирощування сільськогосподарських культур	15
1.3. Вирощування кукурудзи, як важлива складова забезпечення сталого розвитку економіки України	18
1.4. Агроекологічні особливості росту і розвитку кукурудзи	20
1.5. Удосконалення методів виробництва високоякісного гібридного насіння	29
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
2.1. Характеристика ґрунтового покриву	37
2.2. Кліматичні умови	38
2.3. Погодні умови за роки проведення досліджень	39
2.4. Матеріали та методика проведення досліджень	44
РОЗДІЛ 3. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЕЛЕМЕНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	47
3.1. Урожайність коізогенних аналогів	48
3.2. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів	62
3.3. Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів	74
Висновки до розділу 3	89
РОЗДІЛ 4. АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ І СТАБІЛЬНІСТЬ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	92

4.1. Характеристика умов середовища за їх спроможністю диференціювати генотипи	92
4.2. Адаптивна здатність і стабільність коізогенних аналогів	95
Висновки до розділу 4	108
РОЗДІЛ 5. ХАРАКТЕРИСТИКА КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ	111
5.1. Тривалість вегетаційного періоду коізогенних аналогів	111
5.2. Вивчення прояву основних господарсько-цінних показників придатності коізогенних аналогів до механізованого збирання	117
5.3. Стійкість коізогенних аналогів гібридів кукурудзи до пошкодження кукурудзяним метеликом і ураження пухирчастою сажкою	129
Висновки до розділу 5	135
РОЗДІЛ 6. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДНОЇ КУКУРУДЗИ	137
6.1. Відбір найбільш ефективних експлантів батьківських компонентів гібрида Піонер-Гран 3978	138
6.2. Ефективність стерилізації рослинного матеріалу залежно від виду стерилізатора та експозиції	141
Висновки до розділу 6	146
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ КУКУРУДЗИ	147
Висновки до розділу 7	158
ВИСНОВКИ	161
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА	165

ВИРОБНИЦТВА

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 166

ДОДАТКИ 207

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ГСКР	– генетична система контрольованого розмноження
ЦЧС	– цитоплазматична чоловіча стерильність
ФЧС	– функціональна чоловіча стерильність
М	– молдавський тип ЦЧС
зМ	– закріплювач молдавського типу ЦЧС
С	– парагвайський тип ЦЧС
зС	– закріплювач парагвайського типу ЦЧС
<i>ms</i>	– ген ядерної стерильності
<i>Vg (Vestigial glume)</i>	– ген функціональної стерильності
<i>a1, a2 (Antocianinless)</i>	– генетичний маркер, ген визначає відсутність антоціанового забарвлення в алейроні
<i>CI (Dominant colorles)</i>	– генетичний маркер, ген пригнічує прояв пурпурного або червоного забарвлення
<i>ACR</i>	– комплементарні домінантні гени червоного забарвлення алейрона
<i>P-RR</i>	– маркер, який викликає червоне забарвлення перикарпію
ГТК	– гідротермічний коефіцієнт
УНУС	– Уманський національний університет садівництва
БДС	– Брилівська дослідна станція
ДЗС	– диференційована здатність середовища
ЗАЗ	– загальна адаптивна здатність
САЗ	– специфічна адаптивна здатність
СЦГ	– селекційна цінність генотипу

ВСТУП

Кукурудза є важливою зерною і кормовою сільськогосподарською культурою. Підвищення її врожайності та поліпшення якості продукції забезпечується створенням і впровадженням у виробництво нових високопродуктивних гібридів.

У виробництві гібридного насіння кукурудзи використовують ручне видалення волотей на материнських рослинах. Однак, за ручної кастрації істотно підвищується собівартість вирощеного насіння. Застосування ж механізованої кастрації рослин кукурудзи можливе завдяки тому, що у процесі еволюції у неї сформувався специфічний тип статевої організації — роздільностатева одностатевість [1, 2], де чоловічі суцвіття віддалені від качанів і розташовані на верхівках рослин. Однак, застосування механізованої кастрації потребує оптимізації висоти зрізування волоті та вирішення низки технічних питань [3]. Для здешевлення насінництва більшості районованих гібридів кукурудзи використовуються природні механізми вибіркової запліднення материнських форм, зумовлені цитоплазматичною чоловічою стерильністю (ЦЧС) пилку. До недавнього часу використовувалися переважно чотири типи цитоплазматичної чоловічої стерильності (техаський, молдавський, болівійський, парагвайський). Досить поширений у середині минулого століття техаський тип стерильності нині не використовується, тому що гібриди зі стерильною цитоплазмою техаського типу виявились нестійкими до південного гельмінтоспоріозу, епіфітотія якого в 1970 р. практично знищила врожай кукурудзи в США [4]. Тому селекціонери і генетики, користуючись відомими формами чоловічої стерильності пилку, постійно ведуть пошук нових форм даного явища. Серед методів, що використовуються в роботі, на особливу увагу заслуговують генетичні системи контрольованого розмноження [5].

У процесі широкого впровадження у виробництво гібридів на основі чоловічої стерильності відбулося значне збіднення їхньої генетичної основи.

Тенденція обмеженого використання невеликої кількості елітних ліній та їхніх похідних почалася у 60-ті роки минулого століття у США і поширилася на всі держави, що займаються вирощуванням кукурудзи. При цьому вживані більшістю селекціонерів методи здебільшого детермінують звуження генетичної основи нових ліній і гібридів [6–8]. Вітчизняні селекціонери пропонують долати уніфікацію батьківських компонентів гетерозисних гібридів за рахунок створення нових інбредних ліній на базі місцевого матеріалу, адаптованого до місцевих агрокліматичних умов, залученням мутантних ліній [7, 9], використанням селекційних матеріалів з різними формами чоловічої стерильності та генетичних маркерів [5, 7] для спрощення контролю чистоти гібридного насіння.

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, В. О. 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 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 ПЗзMACR×П5MBP-RR, ПЗMa1a1×П5MBa1a1 та ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI 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.

РОЗДІЛ 1

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

1.1. Сучасні умови ведення насінництва

Основним завданням насінництва для прискореного розвитку сільськогосподарського виробництва зернових культур є реалізація спільних досягнень селекції та насінництва за рахунок впровадження нових високопродуктивних сортів і гібридів, що забезпечують отримання високих урожаїв, повної реалізації їхнього генетичного потенціалу та зменшення собівартості вирощуваної культури для різних ґрунтово-кліматичних зон. Тривалість та поширення вирощування певного гібрида залежить від рівня його врожайності і стабільності та визначає успіх проведеної роботи щодо його створення.

Використання якісного посівного матеріалу забезпечує на 25–30 % більшу врожайність вирощуваних культур, а тому здійснювати закупівлю необхідно в надійних партнерів-оригінаторів [11–15]. На думку М. Я. Кирпи, при висіванні некондиційного насіння схожість втрачається на 10–20 %, тоді як при високоякісному цей показник має значення від 3 до 4 %. Тому насіння гібридів повинно відповідати якості насіння, визначеного відповідно до Державного стандарту України на насіння сільськогосподарських культур — ДСТУ 2240–93. За цим стандартом визначаються сортові і посівні якості насіння, а також чітко встановлений його поділ на категорії [16, 17]. Важливими чинниками, які впливають на основні показники, є умови вирощування, збирання, обробка і зберігання насіння.

Важливими факторами для розвитку галузі насінництва є скорочення часу на реєстрацію і сертифікацію насіння. Та оскільки М. М. Гаврилюк і Н. М. Храпійчук у своїй роботі вказують, що, за дослідженнями експертів Світового банку, вартість даних процедур в Україні найбільша, то зменшення цих витрат сприятиме розвитку галузі. Разом з тим, покращення правових

аспектів роботи науковців відбулося після приєднання країни до Міжнародної асоціації з насінневого контролю (International Seed Testing Association), Міжнародного союзу захисту нових сортів рослин, Організації економічної співпраці і розвитку (OECD) та інших [18, 19].

В умовах сучасного ринку насіння зернових культур має досить великий відсоток фальсифікацій, за рахунок чого свої кишені набивають посередники. Ними здійснюється продаж насіння як гібридного, а насправді ж отриманого з товарного зерна [20]. Частка такого насіння, запакованого в оригінальні мішки, на ринку гібридного насінництва станом на 2016 рік може сягати від 30 до 40 % [21].

Насінневий ринок упродовж багатьох років заповнили гібриди іноземної селекції, закупівля яких здійснюється державними та комерційними установами [22]. І це в той час, коли вітчизняні гібриди мають кращу пристосованість до зональних умов вирощування, але поки що залишаються поза увагою українських товаровиробників [23]. Це при тому, що ціна на імпортне насіння у декілька разів вища за вітчизняне. Все це відбувається через недостатню державну підтримку українських виробників насінневого матеріалу [24].

Родючість наших ґрунтів посилено використовується іноземними насінневими компаніями. Так на території Київської, Черкаської, Полтавської областей вирощується насіння різних культур, яке в подальшому вивозиться в країни виробників і продається за відповідними сертифікатами та стандартами: вирівняність, однорідність та стабільність (ВОС) [12].

За даними І. П. Чучмія, І. В. Ковальчука і В. С. Бореяка, станом на 2001 рік до Реєстру сортів рослин зареєстровано 232 гібриди і три сорти, з них 72 прості міжлінійні гібриди, з яких лише 20 % української селекції [25]. Їхня кількість у 2005 році вже сягнула 291. У 2008 році у Державний Реєстр сортів рослин було занесено 448 гібридів, із них української селекції — 209. Вже у 2009 році в реєстр було поповнено ще на 118 гібридів [26]. Станом на 2010 рік кількість гібридів уже становила 482, у 2011 р. — 523 [27]. У 2012 році

було внесено 621 гібрид, з них виведений українськими науковцями 234 [28]. Вже за даними 2014 та 2015 року загальна їх кількість перевищувала 700 гібридів, із них вітчизняної селекції 269 [29, 30].

На території України кожна агрокліматична зона має своїх виробників насіння. Таким чином, регіони повністю забезпечені вітчизняним посівним матеріалом м'якої і твердої пшениць та ячменю. Однак із насіннєвого матеріалу кукурудзи 60 % становлять гібриди іноземної селекції. В таких умовах державний контроль повинен бути направлений на підтримку українського виробника. Тому при реєстрації інших гібридів необхідно визначити, чи не буде завдано шкоди державним інтересам. Також необхідною умовою захисту прав державних виробників насіння є запровадження адміністративної і кримінальної відповідальності за розповсюдження сортів без дозволу [31, 32].

Можливо, основними умовами розвитку таких подій можна вважати недостатній контроль за якістю насіння за його виробництва (порушення методики вирощування батьківських форм та гібридів) та відсутності взаємодії оригінатор насіння – фермер [33, 34].

1.2. Моніторинг зміни клімату як необхідна складова вирощування сільськогосподарських культур

Територія України різноманітна в ґрунтово-кліматичному і економічному відношеннях. В умовах однієї місцевості в різні роки метеорологічні умови досить сильно коливаються. В. Барков вказує, що останнім часом зміна кліматичних умов, природні стихійні явища мають значний вплив на розвиток сільського господарства країни. Про необхідність вивчення таких явищ іще в XIX ст. писав В. В. Докучаєв: «Все враги нашего сельского хозяйства — ветры, бури, засухи и суховеи — страшны лишь потому, что мы не умеем владеть ими. Они — не зло; их надо изучать и научиться управлять ими и тогда они уже будут работать нам на пользу» [35].

Рослини, які планується вирощувати у нестабільних погодних умовах, повинні мати здатність пристосовуватися і забезпечувати високу і стабільну врожайність. Тому актуальним і зараз є вислів І. І. Шмальгаузена: «Жизнь на Земле — эволюционировала под знаком освобождения от случайностей среды. Лучший способ снизить зависимость от варьирующих почвенно-климатических условий и “капризов” погоды, а также возможных изменений климата — это приспособиться к ним» [36], який є основою твердження М. І. Вавилова: «Генотип должен доминировать над средой» [37].

Моніторинг за зміною клімату у світі здійснює Міжурядова група експертів зі зміни клімату при ООН та Всесвітня Метеорологічна Організація. Перші зміни було відзначено у 70-х роках XIX ст., а також пізніше — у 30-х роках XX ст. [38]. Тенденцію стрімкого зростання температур обговорювали на Всесвітній конференції з природних катастроф ще у 1994 році [39]. Та, на жаль, у нашій країні проблемі потепління не приділялось належної уваги [40]. Проте, зміна клімату неминуча. І внаслідок несприятливих погодних умов в окремі роки (2003 р.) втрати можуть становити від 45 % до 70 % і більше. Так, із кінця XIX до початку XX століття спостерігалось підвищення середньої температури повітря на 0,6° С, тоді як за даними 2016 року вона зросла на 0,8° С. В Україні зростання температури спостерігалось з кінця 80-х років минулого століття на 1° С в літні місяці і на 2° С — взимку. В подальшому вченими прогнозується підвищення середньодобової температури на 1–1,5° С [42–44].

Забезпечення вологою регіонів за 20 попередніх років станом на 2012 рік вказує про зміну розподілу території. У світовому балансі земельні угіддя, де рослини не зазнають шкідливого впливу погодних умов, займають 10 % площі, тоді як постійно стресові умови спостерігаються на 26 % [45]. Територія України, залежно від забезпечення кількістю опадів і їх випаровування, поділяється на шість зон: зона надмірного зволоження займає 4,5 % площі країни, волога — 30, недостатнього зволоження — 16, посушлива — 20, суха — 22, дуже суха — 7,5 %, а у 1990 році вони

відповідно займали 12,5; 32,0; 10,0; 23,0; 18,5 і 4,0 %. Отже, при стрімкій зміні кліматичних умов спостерігається збільшення на три відсотки території зони дуже посушливої і відносно посушливої зон [46].

Однак, навіть моніторинг зміни атмосферних показників не дає можливості повністю передбачити прогноз погоди на весь вегетаційний рік. Максимально точно він може охоплювати термін тривалістю до десяти діб [47].

Метеорологи попереджають, що в умовах Степу температура повітря в середньому підвищиться на 1° С (із збільшенням прояву посух), тоді як у лісостеповій і поліській зонах — на 3° С. Забезпеченість опадами регіонів зменшиться на 15 %. Такі температури зрівняють на певному етапі умови для вирощування сільськогосподарських культур [48].

Одним із способів зменшення явища посухи є насадження лісосмуг. Однак, пануючі гарячі вітри легко їх долають, і затрати на насадження мало відшкодовуються. Більш дієвим заходом є будівництво каналів для зрошування полів, яке потребує, як і перший спосіб, дуже великих капіталовкладень. Він є економічно вигідним, оскільки дає можливість отримувати високі врожаї в регіонах кризового виробництва. Питання щодо будівництва каналу в 1846 році порушував К. Стівенсон (директор Нікітського ботанічного саду). Однак, брак коштів на проведення будівельних робіт сприяв копанню із введенням у експлуатацію артезіанських свердловин глибиною від 25 до 70 метрів. До питання поліпшення зрошувальної системи повернулися у середині XX століття. Вже у 1950 було прийнято рішення, а у 1956 році вже побудовано Каховську гідроелектростанцію. Від неї було введено в експлуатацію Північно-Кримський канал, який забезпечує зрошувальною водою південну частину країни [49].

У світі площа зрошуваних земель становить 10,5 млн. га. У Росії 4,3 млн. га використовуються під зрошенням, тоді як в Україні їх площа сягає 52 тис. га [50]. Площі постійно збільшуються, особливо за рахунок

впровадження крапельного зрошення [51]. Проте, для формування врожайності рослинами продуктивно використовується до 20 % зрошувальної води, а більшість її просочується в нижні шари ґрунту і випаровується з поверхні [52]. Тому важливим способом для підвищення врожайності є отримання посухостійких і жаростійких сортів і гібридів [53].

1.3. Вирощування кукурудзи як важлива складова забезпечення сталого розвитку економіки України

Кукурудза є важливою зерною, кормовою і технічною культурою. З кінця XVII століття її вирощують на території України [54, 55]. Широкому поширенню вона завдячує здатністю пристосовуватися до різних кліматичних умов.

Основними світовими виробниками її є США та Китай. Поступаються за площами вирощування Бразилія, Мексика та Аргентина [56, 57]. Світове виробництво кукурудзи за останні роки становить приблизно 900 млн. т. Лідерами виробництва зерна кукурудзи є США — 300 і Китай — 200 млн. т. Україна у списку світових виробників займає сьоме місце з вирощуванням зерна понад 20 млн. т, переважаючи Мексику і Францію [58].

За обсягом експорту у 2004–2006 роках Україна посідає поважне четверте місце серед головних країн-постачальників зерна на зовнішні ринки (2 млн т.), що визначається її вигідним географічним положенням. Вже за даними 2014 року вона розмістилася на другому місці після США [59], оскільки Китай перейшов до складу країн-імпортерів [60]. Проте, Японія (16,5 млн т.), Південна Корея (8,4–8,7 млн т.), Єгипет і Тайвань (від 4 до 7 млн т.) також є найважливішими імпортерами кукурудзи [61].

У світовому виробництві 20 % зерна кукурудзи йде на продовольчі потреби, 15–20 % на технічні цілі та 60–65 % на корм для худоби [62]. В Україні основна частина вирощуваної продукції від 75 до 80 %, іде на

експорт, тоді як на внутрішні потреби залишається від 15 до 20 % (за даними 2015 року) [63].

Кукурудза в Україні за площею вирощування зернових культур посідає третє місце, поступаючись пшениці і рису [64–66]. Та, на жаль, її виробництво залишається нестабільним: у 2000 році — 3,8, 2002 р. — 4,2, 2003 р — 6,9, 2004 — 8,8 [64, 67, 68], а у 2005 — 7,1 млн т. (при врожайності відповідно 3,0; 3,5; 3,5; 3,9; 4,1 т/га посівні площі по роках 1,4; 1,3; 2,2; 2,5; 1,7 тис. га.) тоді як у 2006 році спостерігається зниження врожаю до 6,0 млн т. [68]. Вже за даними 2012 року її врожайність через посушливі умови була 4,61 т/га, а у 2013 — середнє її значення сягнуло 6,30 т/га. Варто зауважити, що саме в останній із вказаних років в умовах АР Крим врожайність культури становила 8,43 т/га [70].

Зерно кукурудзи широко використовується: для виробництва борошна, крупи, крохмалю, спирту, кукурудзяних пластівців, консерви, які в Україні становлять майже 300 харчових виробів [71, 72]; для виготовлення паперу, лінолеуму, смоли, пластмаси використовують стебла, листя і качани; в тваринництві — цінний корм в раціоні худоби [62, 73]; в медицині використовують рильця маточок [74]; із зародків виділяють олію, яка наділена лікувальними властивостями (містить лецитин та вітаміни А, Е, С і групи В) [62, 75]; в США для виготовлення біопального (біоетанолу) [76].

Пластмасові вироби, основою яких є кукурудзяний крохмаль при температурі повітря 30° С не мають згубного впливу на навколишнє середовище, оскільки вони розкладаються за 60 днів. Виробництво спирту з кукурудзи зробить його більш дешевим, так як, на думку Л. В. Фадєєва, при переробці 0,10 т/га кукурудзи вихід етанолу становить 32 літри [23].

Вченими США було також виведено гібрид кукурудзи із високим вмістом важливих незамінних амінокислот для людини, що можливо дасть змогу покращити харчування в країнах, де вона є основним продуктом споживання [77].

Важливим напрямком розвитку країн є виробництво біоетанолу. Лідерами його виробництва є Німеччина, Франція та Австралія [78]; останнім часом набуває все більшого поширення в Канаді, Бразилії та США. Остання країна експорт кукурудзи вже не здійснює, залишаючи все на переробку. Для нашої країни виробництво біопалива є можливістю отримати енергетичну незалежність і можливість скласти конкуренцію іншим виробникам [79, 80, 81].

Ю. Носенко (2007) вказує, що використання біоетанолу: при додаванні його до бензину збільшує октанове число, зменшує викид шкідливих речовин в атмосферу, при попаданні в ґрунт розпадається через місяць та не потребує зміни конструкції двигуна [82, 83]. Крім того, використання етанолу у США в 2005 році дало можливість скоротити викиди парникових газів на 8 млн. т. [84, 85].

Слід відзначити, що вирощування кукурудзи має важливе екологічне значення. Рослини поглинають вуглекислий газ і насичують повітря киснем. Один гектар такого поля забезпечить киснем на рік майже півсотні людей [23].

1.4. Агроекологічні особливості росту і розвитку кукурудзи

У процесі еволюції кукурудзи *Zea mays* L. сформувався специфічний тип її статевої організації — роздільностатева однодомність. Її особливістю розмноження є перехресне запилення. На одній рослині утворюються волоть — чоловіче суцвіття і качан — жіноче.

Кукурудза відноситься до тепло- і вологолюбивих культур. Оптимальними строками сівби у центральній частині Лісостепової зони є початок другої-третьої декади квітня, у Степу — середина першої-друга декада квітня [86]. Основним критерієм підбору гібридів є їх посухостійкість. Тому необхідно пам'ятати, що у період росту і розвитку культура має чотири основних періоди з різними потребами у воді. У першому періоді від сходів до утворення 8 листків рослина поглинає від 20 до 30 % загальної потреби

води за вегетацію; у другому — за десять днів до викидання волоті до молочної стиглості зерна вона споживає основну масу води від 50 до 60 %, третій — від молочної до воскової стиглості зерна від 20 до 22 %, тоді як у четвертому періоді до повної стиглості водоспоживання рослин становить від 14 до 20 % [87].

Мінімальна температура для одержання її сходів становить 10 °С [88, 89], тоді як більш дружні сходи відзначаються за — 22–24° С [90]. Необхідно враховувати, що отримання сходів залежить також від виду кукурудзи. Так, за даними З. П. Пайич і Р. М. Поповича, найбільший відсоток сходів відзначали у звичайної зернової кукурудзи, дещо їй поступалася цукрова і розлусна [91].

Важливою умовою для отримання сходів кукурудзи є забезпеченість рослин вологою у період набухання. Для проростання насіння потребує 40–45 % води залежно від маси зерна [92, 93]. Умови, в яких гідротермічний коефіцієнт коливається від 1,0 до 1,4, є найбільш сприятливими для отримання врожаю, тоді як його показник 0,6 вказує на згубний вплив посухи [94].

Подолання впливу жорстких умов посухи на врожайність, за свідченнями В. М. Гаврилюка, можливе при сівбі посухостійких гібридів і проведенні певних вологозастримуючих агрозаходів, із зменшенням витрат відповідно на 25 % кожний. Додатковим і особливо актуальним в умовах Степу є застосування вегетаційних поливів. Тільки один цей захід захищає посіви від 50 % втрат зернової продуктивності [95].

Проте, дослідженнями проведеними на дослідній станції «Ле Маньєро», розташованій у Франції, підтверджено, що рослини легше переносять періодичне тимчасове зменшення вологозабезпеченості у період наливу зерна, ніж повну відсутність [96].

За даними І. П. Чучмія і В. В. Моргуна, для одержання врожаю кукурудзи 63,4 ц/га за період вегетації вона потребує 480–600 мм опадів, тоді як мінімум становить 200 мм [86].

Загальна потреба кукурудзи протягом вегетаційного періоду у зоні Степу може бути 4500, в окремі роки вона зростає до 6000 м³/га [97].

Використання поливів у США і Європі дозволяє отримувати високі врожаї кукурудзи. Так, 100 мм додаткового поливу може збільшити врожайність від 0,45 до 0,60 т/га [96]. Використання зрошення в умовах Півдня України дає можливість отримувати прибавку врожаю від 0,30 до 0,70 ц/га [97].

Похолодання в нічні години та надмірна кількість опадів можуть спричинити затримку проростання культури. Зниження температури повітря до 5–6°C може пошкодити рослини, але в цей період брунька, з якої утворюється волоть, захищена й перебуває в ґрунті, а поживні речовини надходять з ендосперма насінини. Весняні заморозки легше переносяться рослинами, тоді як осінні (-2–3°C) завдають значної шкоди як самим рослинам, так і зерну на качанах [86, 98–101]. Тому необхідним є врахування строків посіву. За даними Д. М. Дергачова, затримка сівби кукурудзи хоча б на один день призводить до зниження її продуктивності приблизно на 1,4 %. Вирощування кукурудзи пізнього строку сівби може призвести до втрат врожаю від 5 і максимум до 40 %. Особливо це стосується гібридів пізньостиглої групи. Рослини у період активного росту і розвитку зазнають вплив високих температур і нестачі вологи. В таких умовах проходження основних фаз пришвидшується, що суттєво впливає на рівень врожайності [102].

Затримка із сівбою в умовах Степу може призвести до зниження польової схожості, так як сівба проводиться у більш прогрітий, навіть підсушений, ґрунт. Так, у 1970 році на дослідному полі Ерастівської дослідної станції було отримано 91 % схожість насіння за сівби 20 квітня, тоді як 82 % – за сівби на сім днів пізніше. Нестача вологи в таких умовах є вирішальним фактором проведення сівби у оптимальні строки [98]. Та якщо все ж таки, за таких умов, проведено сівбу, то наступним обов'язковим агротехнічним заходом є коткування [103].

Для збереження вологи у посівному шарі ґрунту Карл-Герд Гармс пропонує обробляти лише смугу для посіву насіння, що забезпечить і достатнє його прогрівання. Разом з тим, рекомендується основний обробіток ґрунту під культуру у поєднанні з наступним коткуванням у посушливих регіонах [104].

Сівба раніше оптимального строку також має негативні наслідки. Насіння, попадаючи в недостатньо прогрітий ґрунт, уражується хворобами і пошкоджується шкідниками; крім того, збільшується період очікування сходів (в окремі роки може сягати 24–28 днів). У Харківській області на Красноградській дослідній станції за сівби кукурудзи 21 квітня польова схожість становила 66,6 %, тоді як 3 травня — 81,8 % [98]. У лісостеповій зоні Сумської області за сівби кукурудзи 31 березня польова схожість насіння становила 52,1 % (із тривалістю періоду «сівба–сходи» — 25 діб), тоді як за сівби 20 квітня — вона була 65 % (17 діб). Урожайність і біометричні властивості гібридів кукурудзи були вищими за другого строку сівби, за рахунок коротшого періоду проростання і використання на ріст і розвиток поживних речовин з насіння. Дослідженнями, проведеними в Правобережному Лісостепу В. С. Циковим і Л. А. Матюхою, встановлено, що за ранніх строків сівби кукурудзи і подовжені періоду «сівба–сходи» втрати врожаю сягають від 7 до 10 ц/га [105, 106]. При нестачі вологи в цей період сходи з'являються не одночасно, що зменшує врожайність на 13–18 %.

За даними Л. В. Центило, гібриди різних груп стиглості до утворення 10 листка однаково реагують на забезпечення їх вологою. У подальшому гібриди середньоранньої групи потребують більшої кількості вологи, що витрачається на формування вегетативної маси та формування і наливу зерна [107], в той час, як за оцінки генотипів кукурудзи Г. Л. Філіповим — середньоранні і середньостиглі гібриди, забезпечують не лише низьку збиральну вологість зерна, а і швидко нарощують біомасу [108].

Кукурудза має можливість самотійно регулювати теплообмін між рослинами і поверхнею ґрунту. Так, гібриди середньостиглої і пізньостиглої

груп за збільшення їх густоти від 50 до 70 тисяч рослин на гектар (у середньому за 1986–1988 рр.) сприяє підвищенню формування зернової продуктивності. За такої зміни густоти рослин на полі збільшується поглинання ними води, проте, зменшується випаровування її з поверхні ґрунту (за рахунок раціонального використання її рослинами) [109].

Для умов Степу рекомендованою густотою рослин є 70 тис./га. Оскільки за збільшення її зменшується маса 1000 зерен, а за зменшення — збільшується вологість зерна [110]. Для умов Лісостепу І. Ковальчук вказує, що потрібно формувати густоту 70–80 для середньоранніх і 60–70 тисяч для середньостиглих через стрімке зростання дефіциту вологи [111].

Визначення густоти посіву виступає запорукою отримання високої врожайності. Вирощування кукурудзи упродовж 2003–2007 років на Північному Кавказі (Чеченська республіка, Грозненський район) на зрошувальних землях (із витратами від 1600 до 3450 м³/га) дало можливість отримати від 5,0 до 6,3 т/га (із густотою рослин 70 тис./га) зернової продуктивності. Та Є. Д. Адінєв стверджує, що прибавка врожаю від 0,4 до 1,3 т/га є результатом генетичних властивостей гібрида [112].

На полях ДПДГ «Асканійське» УААН було отримано урожайність 4,57 т/га за густоти стояння рослин 80 тис./га. На думку М. Волкогона, при сівбі 80 тисяч насінин на гектар ми в кращому випадку очікуємо отримати 76 тисяч продуктивних рослин. Та на полі реальна кількість продуктивних рослин може бути значно меншою, і в окремі роки становити до 50 тисяч і відповідно із втратою врожаю близько 5,0 т/га [113].

Вплив густоти стояння рослин на врожайність кукурудзи досліджували Н. Ф. Надточаєв та інші у південній частині Білорусії впродовж 1998–1999 років. Встановлено, що для вирощування простого гібрида необхідно забезпечити густоту рослин 75 тис./га, в окремі роки вона може бути до 90 тис./га. Середня врожайність за роки досліджень становила відповідно 6,0 і 6,4 т/га. Урожайність вирощування трилінійного гібрида за вище вказаних густот становила — 6,6 і 6,9 т/га [114].

Важливе значення має також фракція насіння і глибина його загортання. Дослідженнями проведеними на дослідному полі Луганського національного аграрного університету С. І. Капустіним та іншими встановлено, що насіння простих гібридів крупної фракції мало польову схожість 98 %, тоді як середньої — в межах 66–75 %, і відповідно — з глибиною загортання 9–12 см і 6–12 см. Вони також відзначають, що у посушливих умовах за сівби насіння крупної фракції з глибиною загортання 9 см зерно мало меншу збиральну вологість та кращі показники висоти рослин та довжини качана [115].

Важливе значення для росту і розвитку кукурудзи має ширина міжряддя, яка також визначає комплекс механізованого догляду за посівами. Найбільш поширеним є пунктирний широкорядний спосіб сівби з міжряддям 70 см. У своїй роботі С. С. Кравець досліджував ширину міжряддя 35 см. За такого способу сівби спостерігається затінення бур'янів, проте, використання запасів вологи у ґрунті і поживних речовин мало б бути більш ефективним. Однак, за механізованого міжрядного обробітку посівів, урожайність кукурудзи поступалася в середньому на 1,3 т/га відносно варіанту з міжряддям 70 см [116]. Вирощування кукурудзи з шириною міжряддя 35 см і біологічному засміченні посівів відзначалося збільшення зернової врожайності на 0,6 т/га, відповідно до основного способу сівби. Така схема посіву економить до 18 літрів пального на гектар [117]. Також зменшення ширини міжрядь від 45 до 60 см за вирощування скоростиглих гібридів більше притінить міжряддя і зменшить відсоток випаровування вологи. Однак, механізований догляд за посівами значно ускладнюється [108]. Розвиток бур'янів на посівах, призводить до зменшення зернової продуктивності гібридів від 32 до 44 % [118], а за даними А. М. Влашука і О. С. Колпакова, зниження її можливе майже до 50 % [119]. За даними М. Г. Цехмейструка, втрати зерна за наявності у посівах бур'янів становлять 28 кг на 100 кг зеленої маси засмічувачів [120].

Необхідно також враховувати, що кремениста кукурудза більш холодостійка, характеризується дружніми ранніми сходами і інтенсивним ростом і розвитком у першому етапі. Зубоподібна кукурудза є джерелом урожайності та швидкої втрати вологи зерном у період дозріванні [86]. Оптимальна позитивна температура для одержання сходів кременистої кукурудзи є 10–11 °C, а для зубоподібної — 11–12 °C [99]. У результаті тривалої роботи селекціонерів у напрямку створення холодостійких гібридів, на основі кременистого виду кукурудзи, було отримано форми які проростають за температури +6° C, однак, вони менш стійкі до ураження хворобами за рахунок чого і знижується їх урожайність [121].

Кукурудза вологолюбива і одночасно посухостійка культура. Для розвитку і формування її врожаю кількість запасів ґрунтової вологи, недостатня для забезпечення всієї вегетації, особливо в умовах Степу, тому велике значення набувають опади які випали протягом всього періоду, а надто у другій половині вегетації.

Коренева система активно росте і розвивається в період від сходів до формування зерна. Вона може проникати на глибину до 3,5 м [99]. Залежно від групи стиглості гібриди формують і різну кількість ярусів вузлових підземних коренів. Скоростиглі гібриди формують від 5 до 7 ярусів, тоді як у пізньостиглих їх кількість зростає до 9 [122]. Дефіциту вологи у цей період призводить до недостатнього розвитку кореневої системи і рослин, які за сильних вітрів вилягають [123]. Посуха на початку вегетації призводить до втрат врожаю, а у критичний період потреби вологи вона є наслідком значної стерильності пилку [124].

Разом з нестачею вологи, значної шкоди завдає висока температура на поверхні ґрунту, оскільки у таких умовах маленькі кореневі волоски відмирають, посилюючи вплив стресових факторів.

Особливістю рослин до періоду утворення генеративних органів є можливість тривалий час витримувати нестачу вологи, що супроводжується

в'яненням рослин. Проте, відновлення тургору і всіх фізіологічних процесів відбувається за випадання опадів [98].

Поряд із цим слід вказати, що в період наливу зерна за недостатньої кількості опадів у рослин значно зменшується коефіцієнт транспірації води, порушується процес фотосинтезу, що призводить до зниження продуктивності [125].

Умови недостатнього зволоження також можуть збільшити розрив у цвітінні деяких сортів аж до 20 днів.

Оптимальними температурами для нормального подальшого розвитку кукурудзи від сходів до викидання волоті є 20–23 °С, при зниженні її до 15 °С швидкість ростових процесів зменшується, тоді як за 10 °С вони взагалі зупиняються. Температура +25 °С і понад 30 °С у період викидання та цвітіння волоті викликає зменшення життєдіяльності пилку (його висихання, бо в ньому міститься 60 % води) внаслідок чого розвивається череззерниця. [90, 92, 100]. За даними О. С. Мельничук, озерненість качана може залежати від швидкості проростання пилкових трубок під час запліднення [126]. Однак за високої температури повітря також можуть підсихати приймочки, що завдає більшої шкоди у період запилення (ніж втрата води пилком) [93]. Так, розрив періоду від появи приймачок до цвітіння волоті у десять діб може призвести до 100 % втрати врожаю, тоді як стрімке зростання температури повітря на 1° С призводить до 3 % втрат [127]. При досягненні температури повітря понад +45° С рослини зупиняються у рості [122]. Такі несприятливі умови можуть збільшити розрив у цвітінні волоті і качана більше ніж 6 днів, і це може призвести до значних втрат урожаю, тоді як за затримка появи приймачок на 10 діб до цвітіння волоті призводить до безплідності рослин [124, 128].

В період наливу та досягання зерна найкращими є температури +22–23°С та необхідна забезпеченість опадами в 50 % із вегетаційного періоду. Збільшення температури разом з нестачею вологи у ґрунті в критичний період (10 днів до викидання волоті та 20 днів після) призводить до

неповноцінного наливу зерна і, як наслідок, до зменшення врожаю [129, 130]. У цей період розвитку рослин поєднання ґрунтової і повітряної посухи протягом двох-трьох діб призводить до 20 % втрат врожаю, тоді як сім діб таких умов знижують врожайність на 50 % [90].

Створення ранніх і середньоранніх гібридів дозволяє звільнити поле і підготувати ґрунт для посіву озимої культури та отримувати два врожаї на півдні України, а також можливість вирощувати гібриди в північних районах, де площі кукурудзи були незначними. Та, на жаль, одним з недоліків цих гібридів є коливання врожайності за рахунок їхнього невисокого адаптивного потенціалу [131]. На думку С. П. Танчик і М. І. Христенко, селекційна робота повинна проводитися ціленаправлено, щоб для північних районів створювалися гібриди холодостійкі, а для степових і південно-лісостепових – посухостійкі. Та найважливішою вимогою є якість насіннєвого матеріалу та його кількість [132].

Особливої уваги заслуговують гібриди, стійкі проти ураження хворобами і пошкодження шкідниками. Значної шкодочинності полям з кукурудзою завдає кукурудзяний метелик — *Ostrinia nubilalis*. У США втрати врожаю сягають 3 % за рахунок вирощування стійких гібридів [133]. У Білорусі метелик до початку 2010 року значної шкоди не завдавав. Однак, у зв'язку з потеплінням клімату у південних областях країни його шкодочинність становила 80 %, тоді як у центральних — від 5 в окремих районах до 25 %. Станом на 2014 рік, до 2 % пошкоджених рослин спостерігалось на півночі країни [134].

В Україні в окремі роки вони можуть становити від 12–15 навіть до 25 %. На Черкаській дослідній станції відмічалась шкодочинність метелика від 40 до 50 % [86]. Пошкоджені рослини більш схильні до ураження фузаріозом, бактеріозом, а також білою і сірою гнилями. Як наслідок, додаткові втрати врожаю зерна [133].

І. П. Чучмій та В. В. Моргун, вивчаючи стійкість до пошкодження кукурудзяним метеликом різних за стиглістю форм кукурудзи, схиляються до

думки щодо наявності в листках рослини в період викидання волоті речовини ДИМБОА. Та створення гібридів, враховуючи наявність цієї речовини, ускладнюється нетривалим її накопиченням в рослині — лише від викидання волоті до початку її цвітіння. Тому відродження другого покоління метелика завдає значної шкоди [86].

Значну шкодочинність на полях з кукурудзою завдають ворони. Особливо гостро це питання постає в умовах Степу. На початку росту культури у фазі шилець і до появи п'ятого листка вони викльовують рослини. У період достигання зерна зграями викльовують зерно на качанах. Для відлякування на полях встановлюють опудала, а також розвішують фольгу. Для захисту сходів пропонується використовувати агроволокно. Проте, цей захід є досить трудомістким і затратним [135]. Зараз для відлякування використовують хлопавки, які також потребують витрат.

Світове виробництво кукурудзи від ураження хворобами щорічно втрачає від 7 до 14 % урожаю. В період вегетації рослини кукурудзи уражуються пухирчастою сажкою (*Ustilago Zeae* Beckm.) [99]. Найбільше уражуються ранньостиглі форми [86].

Для механізованого збирання врожаю важливими показниками є висота рослин та прикріплення качана, а також вологість зерна (під час збирання врожаю). Насінневу кукурудзу дозволяється збирати у повній стиглості з вологість зерна від 35 до 37 %. Однак, у подальшому його просушують у качанах до 14–18 % вологості, щоб при обмолоті зменшити травмування. Для зберігання зерно доводять до 13 % вологості [98]. Отриманий врожай із високою вологістю потребує суттєвих затрат на його досушування [123].

1.5. Удосконалення методів виробництва високоякісного гібридного насіння

Важливими чинниками, що впливають на продуктивність рослин кукурудзи є природні фактори — температура повітря, кількість опадів, а також штучні — внесення добрив, зрошення і обробіток ґрунту. Доповнити

та якнайкраще використати всі умови дає можливість застосування гетерозисних гібридів кукурудзи.

Вперше явище гетерозиса описав Й. Кельрейтер 1768 році за гібридизації тютюну. Ч. Дарвін описав приклади його прояву [136]. Застосування ж на практиці для створення гібридів кукурудзи (примусового запилення батьківських форм) вже використовували у 1918 році на ділянках гібридизації у США. Отримані гібриди забезпечили зростання врожайності на 20 % порівняно до гібридів отриманих за вільного перезапилення [90].

У 1869 році Г. Мендель відкрив основні законів спадковості, проводивши дослідження на горосі. Пізніше, приблизно у 1900 році, С. Correns і Н. de Vries підтвердили закони успадкування із використанням ксенію у батьківської форми із його домінантним проявом на ендоспермі зерна. Це стало поштовхом для переоцінки важливості законів спадковості [137].

Вивченням генетики статі з використанням законів Менделя вже у 1908 році займався С. Correns у дводомної бріонії [138]. В Україні у 1912 році селекцією кукурудзи в умовах Півдня почав займатися А. А. Сапегін. Перші селекційні ділянки було розміщено в умовах Одеської області. Нині там організований Селекційно-генетичний інститут УААН [140]. Тоді як, введенням подвійного схрещування (у 1917 році Д. Ф. Джонсом) дало поштовх для використання гібридів кукурудзи та полегшення їх насінництва [136].

Вже у 1931–1933 рр. М. І. Хаджиновим і М. Rhoades незалежно один від одного було відкрито цитоплазматичну чоловічу стерильність (ЦЧС) — взаємодія цитоплазми та генів ядра [138, 139]. У 1949 році в США Джонс і Еверст вперше використали ЦЧС на кукурудзі. Пізніше Г. С. Галєєвим (1953 р.) та М. І. Хаджиновим (1954 р.) було використано ЦЧС для створення гібридів [100], яка успадковується по материнській лінії [141]. Найбільшого поширення набули техаський та молдавський типи стерильності, названі за місцем походження. За техаського типу стерильності, відкритого Роджерсом

у 1944 році [138], пиляки деформовані і не виходять назовні, тоді як за молдавського — пиляки частково можуть виходити назовні, але не розтріскуються (і можуть містити життєздатний пилок) [100]. Останній тип стерильності більше чутливий до зовнішніх умов, особливо підвищення температури та нестача вологи у ґрунті [99]. Молдавський тип стерильності визначається взаємодією стерильної цитоплазми і генів rf_3 [142]. Його фертильність визначається геном Rf_3 і наявністю малих генів, які фенотипово проявляються залежно від умов вирощування [143]. Відомо також парагвайський тип стерильності (C), який морфологічно подібний до техаського типу. Його пиляки дегенеровані, рідко виходять з колосків і не розтріскуються. Однак саме парагвайський і найбільше молдавський типи стерильності нестійкі за несприятливих кліматичних умов.

Використання чоловічої стерильності на ділянках гібридизації сприяє більшій подачі поживних речовин на формування зерна, ніж пилку, підвищуючи цим самим урожай зерна. Підтвердження цьому у 1966 році отримав В. С. Козубенко за вирощування сортолінійного гібрида Буковинський 3 з техаським типом стерильності, отримавши за п'ять років проведення досліджень врожайність на 5 % більшу, ніж врожайність його аналога гібрида, отриманого на нормальній цитоплазмі, забезпечуючи підвищену врожайність навіть у роки посухи. У свою чергу, гібриди з техаським типом стерильності за врожайністю поступаються гібридам отриманим з використанням молдавського типу стерильності. [160].

У процесі широкого впровадження гібридів на основі чоловічої стерильності, відбулося збіднення їх генетичної основи. Тенденція обмеженого використання невеликої кількості елітних ліній та їхніх похідних почалась у 60-ті роки минулого століття у США і поширилась на всі держави, що займаються вирощуванням кукурудзи. Проте, вживані більшістю селекціонерів методи здебільшого детермінують звуження генетичної основи нових ліній і гібридів [6–8]. У 1970 році епіфітотія південного гельмінтоспоріозу у гібридів з техаським типом стерильності

практично знищила врожай кукурудзи в США [144]. На посівах з парагвайським типом стерильності також було виявлено ураження специфічною расою збудника *Bipolaris maydis*. Унаслідок цього насінницькі господарства повернулися до використання ручної кастрації для виробництва гібридного насіння. Та все більшої уваги вчені-генетики звертають на ядерну стерильність [99], поєднання генів стерильності якої з забарвленням жовтих сходів або ж глянцеви́х сходів дозволяє на ранніх стадіях виділити необхідний генотип. Проте, даний захід характеризується високою затратністю.

Починаючи з 1996 року, науковці Всеросійського НДІ почали вивчати SD тип ЦЧС, отриманий від германської фірми. Особливістю даного типу була відсутність пилку, а самі пиляки дегенеровані і мали вигляд плівочок. У окремих рослин спостерігалось формування зморшкуватих пиляків, які виходили з колосків і мали нежиттєздатний пилок. Проте, траплялися форми з нормальним пилом. Перед науковцями постало завдання встановити до якого — техаського, парагвайського чи молдавського типів стерильності подібна дана форма. Було встановлено, що SD тип ЦЧС найбільше подібний до молдавського типу. Передача стерильності у обох типів контролюється на гаметофітному рівні, тобто формування пилку відбувається із саморуйнячею рецесивних гамет. Відновлення SD типу відбувається при наявності гена Rf_3 і генів-модифікаторів. Останні, у свою чергу, за наявності основного гена (rf_3) у рецесивному гомозиготному стані дають фертильний пилок у F_1 [145].

Можливе використання функціональної чоловічої стерильності, за наявності домінантної алелі гену Vg , за якої колоскові луски не розвиваються як на волоті, так і на качані. Таку особливість гена використовують в селекції цукрової кукурудзи. За високих температур повітря пиляки зморщуються і не розкриваються, а тому ступінь стерильності залежить від погодних умов [136]. Такий тип стерильності набув поширення для отримані насіння помідорів та цукрової кукурудзи. Однак, одним із важливих питань даного типу є розмноження стерильних форм.

На практиці відомі також дослідження з поєднанням в одній рослині кукурудзи ЦЧС і ЯЧС (Джонс, 1950, 1956). Встановлено, що ці типи стерильності діють незалежно один від одного [138]. Ядерний тип стерильності є не надійним методом отримання стерильних компонентів для схрещування, оскільки досить часто алелі, що відповідають за стерильність і маркерну ознаку, розміщені поряд і можуть у процесі змін серед стерильних рослин формувати фертильні, що не допускається.

Для спрощення контролювання селекційного процесу використовуються генетичні маркери [146], які мають зовнішній (фенотиповий) прояв ознак. У селекційному процесі вони характеризуються легкістю виявлення ознаки, за якою ведеться добір.

У кінці ХХ століття в місті Кіров на дослідному полі Вятської ДСГА для спрощення отримання насіння у сорту льону Білочка (з показниками високої врожайності і стійкості до вилягач у різних умовах вирощування) було використано ознаку світло-коричневого забарвлення зерна. За цим методом селекціонерами було виділено шести-семи гніздні коробочки з насінням із антоціанового забарвлення підсімядольного колінця [147].

У 2005 році Н. Н. Козлов і Ю. М. Пісковацький вказували, що застосування в селекції люцерни маркерів прискорює створення гібридів. За рахунок використання фенотипових маркерів спрощується контролювання гібридності насіння, яке здійснюється за рахунок одного або двох алелів із зовнішнім (фенотиповим) проявом ознак [148].

Вивченням використання генетичного маркування забарвлення насіння ярого ріпаку займався І. Д. Ситник Його дослідженнями було підтверджено складність успадкування забарвлення насіння, яке визначається поєднанням рецесивних алелів в гомозиготному стані, тоді як наявність двох або трьох домінантних неалельних генів надає оболонці темного забарвлення [149].

Т. М. Саратова, В. Ю. Черчель [150] та інші для прискорення селекційного процесу досліджували генетичні маркери забарвлювачі зародка та ендосперму: *Golden Seeds (Gs)*, *Tmryo marker (Em)*, *Purple marker (Pm)*,

Indeterminate genotype (Ig) та зародковий маркер красnodарський 1 (ЗМК-1, має домінантні гени забарвлення в синьо-фіолетовий колір та стимулює утворенню гаплоїдів) [151]. Найбільше значення для матроклінної гаплоїдії [152–154] мали маркери нового покоління *Ig* × ЗМК-1 і *Gs* які забарвлюють зародок та ендосперм гібридного насіння. Використання таких маркерів скорочує період отримання гомозиготних ліній протягом 1–2 роки [151, 155]. Генетичні маркери *Pm*, який знижує забарвлення зародка та ендосперма і *Em* — часто викликає безпліддя не можуть бути рекомендованими для використання в схемах селекції.

В. С. Щербак вказує, що використання тестерів для отримані гаплоїдів переведе створення нових гібридів на новий рівень, так як дасть змогу отримувати насіння без запилення вручну, із комбінованим посівом батьківських форм 4:2 і видаленням волоті. Наступним заходом є обробіток рослин колхіцином для отримання автодиплоїдних ліній. Однак, такі форми потребують визначення їх комбінаційної здатності за основними господарсько-цінними ознаками, як і лінії, отримані за загальними методами селекції [156].

О. Є. Клімова, С. М. Тимчук, Т. Д. Мовчан досліджували вплив крохмально-моделюючих генів воскоподібного ендосперму: *wx* — амілопектиинового, *su* — амілозного і *sh₂* — зморшкуватого типів на врожайні показники цукрової кукурудзи. Використання рецесивних мутантних генів ендосперму у процесі кросбридингу виявили можливості підвищення врожайності та покращення основних господарсько-цінних ознак досліджуваних гібридів [157, 158].

Одним із методів прискореного отримання вихідного матеріалу у селекції рослин (гомозиготних і стерильних аналогів ліній) є використання гаплоїдії. Встановити частку гаплоїдів у звичайної кукурудзи досить складно, через невеликий відсоток їх появи. Тому М. В. Чумак для встановлення таких форм використав коричневий тестер забарвлення первинних коренців, одним із недоліків якого є постійне пророщування насіння. Оскільки цього

виявилось замало, в подальшому він використав систему генів на основі *ACR-nj* (названу *Purple Embryo Marker*) забарвлення алейрону і зародку із наступним відбором гаплоїдних зернівок. Використання їх дає змогу скоротити термін отримання ліній з бажаними ознаками [159].

В. А. Крупнов наводить дані роботи Джонса (1931, 1934) і Емерсона (1932) із переведення кукурудзи з однодомної рослини у дводомну, здійснюючи це за допомогою введення генів *ts2* (викликає формування жіночих суцвіть на волоті) і *sk* (ген на качані подавлює розвиток стовпчиків), що забезпечує розвиток насіння на волоті і качані [138].

Є. В. Міку встановив, що схрещування генетично різних за скоростиглістю батьківських форм сприяє підвищенню ефекту гетерозиса, і частково збільшенню виходу гібридного насіння. Це досягається за рахунок схрещування пізньостиглої материнської форми з рецесивними алельними генами *ts1* або *ts2* (гени прискорюють появу приймачок) [99] та ранньостиглої батьківської форми з рецесивним алелем *id* (введення гена збільшує період «сходи–цвітіння») за одночасної сівби [136].

Б. П. Гур'єв, Л. В. Козубенко у своїх дослідженнях для збільшення вмісту в зерні кукурудзі незамінних амінокислот (триптофан — збільшує поживність кормів та приріст живої маси), вводили гени *o2* або ж *fl*. Одержані гібриди мали на 1–2 % більшу збиральну вологість зерна, тоді як в дослідження Ламберта — вона переважала на 4,2 %, також мали масу 1000 зерен на 5–10 % менше та нерівномірне дозрівання порівняно із звичайними гібридами. За іншими господарсько-біологічними показниками значних відхилень не спостерігалось [160].

Введення в генотип одного з генів *bm1*, *bm2* і *bm4* призводить до зменшення лігніну в листостебловій масі. Проявляється на рослинах коричневим забарвленням центральної жилки. Дослідженнями Б. П. Гур'єва та І. А. Гур'євої встановлено, що такі гібриди мають поживну цінність на 13,3–15,3 кормових одиниць більшу ніж звичайні (містять 2,7 корм. од.)

[123]. Та, поряд із цим, зменшення лігніну гостро відчувається у повній стиглості, так як призводить до втрати стійкості гібридів проти вилягання.

В Європі основним напрямком у селекції до 2025 року визнано «Рослини для майбутнього». Одним із його положень є підбір генотипів з використанням досягнень генетики і біотехнології. Тому маркерна селекція набуває значного поширення [161].

Наявність різних генетичних систем контрольованого розмноження дає можливість отримувати гібридне насіння з високим ефектом гетерозиса без застосування трудомісткого і затратного процесу кастрації. Використання генетичних маркерів забарвлення зернівки дозволяє підвищити ефективність відбору генетично чистого гібридного насіння, його потенціал урожайності та наявність важливих господарсько-цінних ознак.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в Уманському національному університеті садівництва (УНУС) у Черкаській, а екологічні випробування на Брилівській дослідній станції (БДС) у Херсонській областях впродовж 2006–2008 рр. Вирощування гібридів кукурудзи у різних умовах навколишнього середовища, дає змогу більш точно визначити норму реакції генотипів на ці умови і уможливорює прогноз їх подальшого використання [162].

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.

2.1. Характеристика ґрунтового покриву

Територія дослідної ділянки кафедри генетики селекції рослин та біотехнології Уманського НУС розташована в західній частині Черкаської області і згідно з природно-кліматичним районуванням відноситься до Маньківського природно-сільськогосподарського району середньодніпровсько-бугського округу Правобережної Лісостепової провінції України [163].

Ґрунти представлені чорноземами опідзоленими малогумусними (3,31 %), важкосуглинковими і грудкувато-пилуватої структури. Такі ґрунти легко ущільнюються, а опади підсилюють щільність і сприяють запливанню і утворенню кірки на їх поверхні. Підземні води залягають на глибині 22–24 м, що унеможливорює використання їх рослинами. Тому, воду необхідну для росту і розвитку, рослини беруть з атмосферних опадів, які протягом року розподіляються нерівномірно [164].

Цюрупинський район, Херсонської області, у межах якого розміщені землі Брилівської дослідної станції, розташований на лівому березі Дніпра в південній частині Причорноморської низини в межах другої надзаплавної тераси (Південного Степу України) [163].

Головною ґрунотворчою породою району досліджень як і всього півдня України, на якій сформувалися темно-каштанові ґрунти Придніпров'я, є лесовидні суглинки з незначним вмістом гумусу 1,2 % (у 0–30 см шарі ґрунту), кількість якого з глибиною зменшується.

Темно-каштанові ґрунти характеризуються слабкою оструктуреністю орного шару, його розпиленістю та пісчано-суглинковим механічним складом, що обумовлює їх схильність до вітрової ерозії. За швидкістю поглинання води ґрунт відноситься до середньоводопрониких [165].

2.2. Кліматичні умови

Клімат зони Центрального Лісостепу України за даними Уманської метеостанції помірно-континентальний з нестійким зволоженням (ГТК – 1,2). За середньобаторічними даними кількість опадів становила 633 мм, з них за теплий період (квітень–вересень) — 379 мм (додаток А1). У літній період, коли найбільша сонячна активність та проходять найважливіші фази росту і розвитку кукурудзи, за середньобаторічними показниками кількість опадів складала 233 мм або 37 % річної кількості. Середня річна температура повітря становить +7,4°C, абсолютний максимум літом досягає +39°C, мінімум — (в січні) -35°C. Тривалість безморозного періоду за середньобаторічними даними складає 160 днів. За недостатньої кількості опадів та високої температури повітря спостерігаються повітряні та ґрунтові посухи [166, 167].

Посушлива зона Південного Степу України, в якій розміщена Брилівська дослідна станція, характеризується малою кількістю опадів та нерівномірним їх розподілом упродовж року, високою температурою і низькою вологістю повітря у літній період, сильними вітрами, короткою

весною та сухою осінню, а також тривалими безморозними періодами (від 165 до 220 днів). Річна кількість опадів за середніми багаторічними даними становить 451 мм, у літній період вони складають 133 мм або ж всього 29 % від норми (додаток А.2). Весняні заморозки в основному припиняються у другій декаді квітня, але в окремі роки вони спостерігаються у третій декаді травня. Суховії бувають щорічно, а дуже сильні спостерігаються один раз в 40–60 років. Мінімальна температура повітря спостерігається у січні та лютому місяцях (-3 , -6°C). У дуже холодні зими вона може знижуватися до мінус 32 – 34°C . Однак, відбувається це дуже рідко. Літо частіше за все жарке, посушливе, з максимальною температурою повітря близько $+37\dots+42^{\circ}\text{C}$. Влітку тривалі періоди без дощу призводять до пересихання поверхневого шару ґрунту і загибелі рослин. Висока температура і відносно низька вологість повітря впродовж бездощових періодів збільшують його шкідливий вплив і створюють передумови для виникнення атмосферних посух та суховіїв [168, 169].

2.3. Погодні умови за роки проведення досліджень

За даними Уманської метеостанції погодні умови 2006 року характеризуються різким підвищенням температури повітря на початку вегетації кукурудзи та значною спекою в літні місяці (табл. 2.1). Температура повітря у квітня підвищувалася до 17°C , тоді як на поверхні ґрунту вона сягала 29°C . Мінімальна температура повітря знижувалася до 2 градусів морозу. Запаси вологи достатні для росту і розвитку культур. У травні коливання температури у денні і нічні години продовжилося. Розподіл опадів у цей період не рівномірний. Низькі температури і висока вологість повітря стримували розвиток культур та сприяли ураженню хворобами. У червні місяці температура повітря підвищувалася до 26°C . Однак, у період зливових дощів вона знижувалася до 6°C на поверхні ґрунту. Наступні два місяці характеризувалися стрімким збільшенням температурних показників, що на 3°C були вищими ніж за середньобагаторічні дані. Жарка погода срияла

швидкій втраті вологи з ґрунту. На початку вересня місяця вологозабезпеченість рослин покращилась, за рахунок тривалих дощів.

Таблиця 2.1

Кількість опадів та середньодобова температура повітря за вегетаційний період кукурудзи (за даними метеостанції Умань, 2006-2008 рр.)

Місяці	Кількість опадів, мм				Середньодобова температура повітря, °С			
	СБ	2006 р.	2007 р.	2008 р.	СБ	2006 р.	2007 р.	2008 р.
Квітень	48,0	42,0	10,0	54,5	8,5	9,1	8,5	10,0
Травень	55,0	48,6	6,5	33,7	14,6	14,3	18,7	13,8
Червень	87,0	46,5	35,3	51,2	17,6	17,8	20,9	18,6
Липень	87,0	40,8	28,3	44,7	19,0	20,2	23,0	21,1
Серпень	59,0	49,7	109,4	27,3	18,2	20,2	21,4	21,6
Вересень	43,0	46,0	33,1	126,8	13,6	15,1	14,8	13,4
Всього	379,0	273,6	222,6	338,2	—	—	—	—

Погодні умови 2007 року були досить жорсткими для росту і розвитку рослин кукурудзи (ГТК – 0,6). Середньомісячна температура повітря в квітні була близькою до середньобаторічного показника, та різниця складалась в температурних даних дня і ночі. Так в денні години вона сягала до +23 °С, а на поверхні ґрунту відмічалось +44 °С. У нічні години вона знижувалась до 5 °С морозу. В травні стрімке зростання температури повітря продовжувалося і було більшим на 4,1 °С від середньобаторічної норми

Високі температури повітря супроводжувалися нестачею опадів, створюючи умови стійкої атмосферної та ґрунтової посухи. Так в сумі за квітень-травень місяці випало 16,5 мм дощу, а за багаторічними спостереженнями в межах норми вважається їх кількість 103 мм. У таких досить несприятливих умовах сівбу кукурудзи проводили в третій декаді травня. На початку літа випало 40 % опадів від середньобаторічного показника. Та умови росту і розвитку рослин залишилися складними, так як

температура повітря підвищилася на 3,3 °C порівняно з багаторічною нормою.

У липні вона сягнула 23 °C, що на 4 °C вище за середньобагаторічну (19 °C). Подібні відхилення середньомісячної температури на (3–5 °C) за останні пів століття відмічалися у 1959, 1999, 2001 та 2002 роках [170]. У найспекотніші дні місяця вона підвищувалася до +38 °C.

Нестача вологи та високі температури утримувалися і до середини серпня місяця. У другій декади серпня пройшли зливові дощі (на 50,4 мм більше за середньобагаторічні дані). У вересні середньомісячна температура повітря перевищувала середньобагаторічний показник на 1,2 °C, тоді як кількість опадів була 80 % від середньобагаторічної. В таких умовах під час збирання врожаю середня вологість зерна була 26–35 %. Висока температура повітря і нестача вологи у ґрунті в період цвітіння, формування та наливу зерна негативно вплинули на врожайність кукурудзи.

Погодні умови весни 2008 року характеризувалися достатньою кількістю опадів та невисокими температурами повітря створюючи прохолодну погоду (ГТК — 1,0). Сівбу проводили у першій декаді травня місяця. У середині другої декади, за денної температури повітря 27 °C, зафіксовано дружні сходи. Потепління у третій декаді травня сприяло доброму росту і розвитку культури, та нестійка погода спричинила поширення збільшенню шкідників та хвороб. На початку літа середньомісячна температура повітря була на 1 °C вищою за середньобагаторічний показник, але на 2,3 °C нижчою за середньомісячну температуру у 2007 році (табл. 2.1). Забезпеченість вологою була на рівні 59 % від середньої багаторічної норми. Зростання температури у липні на 2,1 °C та опади у кількості 44,7 мм (що складає 51 % від середньобагаторічного показника) пригнічували процеси цвітіння та формування врожаю. У серпні, під час наливу зерна, середньомісячний температурний показник перевищував на 3,4 °C середньобагаторічний та на 0,2 °C середньомісячну температуру 2007 року. Спекотна погода із

дефіцитом опадів (46 % від багаторічних даних) суттєво вплинули на процеси наливу і дозрівання насіння. Середня вологість зерна на момент збирання врожаю була від 17 до 22 %, що на 7–12 % менше ніж у 2007 році.

За 125 років проведення спостережень, у Херсонській області погодні умови 2006 року характеризуються різким підвищенням температури повітря на початку вегетації кукурудзи та значною спекою у літні місяці (табл. 2.2). Температура повітря у квітня підвищувалася до 18 °С, тоді як на поверхні ґрунту вона сягала 32 °С. У цей період відмічали мінімальну за роки проведення досліджень кількість опадів (8,2 мм). Мінімальна температура повітря на поверхні ґрунту знижувалася до 6 градусів. У травні коливання температури у денні і нічні години продовжилося. Кількість опадів перевищила багаторічні дані на 2,1 мм. У червні місяці температура повітря підвищувалася до 32 °С, що разом із зливовими дощами на незначний період покращили умови росту і розвитку рослин. Найспекотнішими виявилися наступні два місяці. Однак, погодні умови липня — погіршилися через незначну кількість опадів. Вересень, також виявився спекотним із забезпеченістю вологою 19,5 мм.

Таблиця 2.2

Кількість опадів та середньодобова температура повітря за вегетаційний період кукурудзи (за даними метеостанції Херсон, 2006-2008 рр.)

Місяці	Кількість опадів, мм				Середньодобова температура повітря, °С			
	СБ	206 р.	2007 р.	2008 р.	СБ	2006 р.	2007 р.	2008 р.
Квітень	32,0	8,2	23,2	62,3	10,2	10,6	9,6	11,4
Травень	45,0	47,1	10,2	29,7	15,9	15,3	19,4	14,9
Червень	53,0	62,0	24,0	38,1	20,1	21,3	23,6	21,1
Липень	43,0	5,9	12,8	137,0	23,1	22,5	25,7	22,8
Серпень	37,0	39,5	28,9	0,6	22,2	24,2	25,5	24,3
Вересень	48,0	19,5	44,4	83,0	16,5	18,0	17,4	16,3
Всього	215,0	182,2	143,5	350,7	—	—	—	—

У 2007 році, спостерігали аномальне підвищення температури повітря (ГТК — 0,68). Вже у березні середньомісячна температура повітря досягала 6,0°C, у травні — 19,4 °C, що відповідно на 2,9 та 3,5 °C більше за середньобаторічні дані.

У цей період також було зафіксовано пилові бурі зі швидкістю вітру 29 м/с. Кількість опадів за квітень-травень становила 10,2 та 24,0 мм що на 34,8 та 29,0 мм менше за середньобаторічні показники. Початок травня був посушливим із заморозками на поверхні ґрунту (3–5 травня) до -0,2...-1,0 °C. У другій половині першої декади травня в достатньо прогрітий ґрунт висіяти кукурудзу. З середини травня встановилася погода притаманна червню, із максимальною температурою повітря +30...+37 °C. Згодом встановилась незвичайно жарка погода, яка продовжувалася і червні–липні місяцях.

Середньомісячна температура була вищою за середньобаторічну на 3,5 і 2,6 °C. У серпні місяці також спостерігалось перевищення на 3,3 °C. Кількість опадів у літні місяці становила 49 % від середньобаторічних, з них 27 % припадали на липень — період інтенсивного росту і формування врожаю. У таких умовах вирощування кукурудза мала від 10 до 12 % збиральну вологість зерна.

Погодні умови 2008 року були більш сприятливими для вирощування кукурудзи, але також супроводжувалися високою температурою повітря та дефіцитом вологи, що обумовило ґрунтову посуху. Вже в кінці другої декади квітня за надмірної кількості опадів (194 % від середньої багаторічної норми цього місяця) сіяли кукурудзу, що на 1–1,5 тижні раніше середніх строків сівби (табл. 2.2). Теплі погодні умови та достатня зволоженість ґрунту дали можливість отримати сходи у перших числах травня. Далі зниження температури повітря, на 0,8 °C порівняно з середньобаторічними показниками (14,9 °C) уповільнило ріст і розвиток кукурудзи. Початок червня характеризувався дефіцитом опадів (72 % від багаторічної норми), що в сукупності з температурою, вищою за середні багаторічні показники на 1,0 °C, сприяло пересиханню верхнього шару ґрунту. У липні, нерівномірно

розподіляючись за декадами, пройшли зливові дощі, (випало 137,0 мм або 319 % від місячної норми). Температурний показник не перевищував місячну норму, але був меншим на 2,9 °C ніж у 2007 році. Фаза наливу зерна кукурудзи настала на кінець липня — початок серпня місяця. У цілому погодні умови 2008 року були досить жорсткими. Температура повітря в серпні підвищувалась до +34...+39°C. При цьому середньомісячна температура повітря була на максимальному значенні літа та становила 24,7 °C, перевищивши середньобагаторічну на 2,1 °C, та була менше на 1,2 °C за температуру цього ж місяця у 2007 році.

2.4. Матеріали та методика проведення досліджень

Матеріалами досліджень слугували коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 (отриманий за схрещування стерильного материнського компонента ПЗСа2а2, стерильність якого забезпечується ЦЧС парагвайського типу з генетичним маркером а2, який в гомозиготному стані визначає відсутність антоціанового забарвлення в алейроні, і батьківського компонента з генами відновлення фертильності П5СВСІСІ і маркером СІ, який пригнічує прояв пурпурного забарвлення) з такими гібридними формами:

* ПЗС×П5СВСІСІ (материнська лінія — парагвайського типу стерильності),

* ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ (материнська форма — фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності з маркером а2),

* ПЗМа2а2×П5СВСІСІ (материнський компонент — молдавського типу стерильності із маркером а2),

* ПЗзМ×П5СВСІСІ (материнська лінія — фертильний закріплювач молдавського типу стерильності),

* ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ (материнська форма — фертильний закріплювач молдавського типу стерильності з генетичним маркером а2),

* ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI (материнський компонент — функціонального типу стерильності з маркером a2),

* ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI (материнська лінія ядерного типу стерильності і генетичним маркером a2), що запилювалися пилком аналога батьківської форми П5CVCICI, що і у контрольному варіанті.

Вирощували також дві гібридні комбінації:

* ПЗMalal×П5MBalal (материнська форма молдавського типу стерильності з генетичним маркером al у обох батьківських комбінаціях (*Anthocyaninless-1*), який визначає відсутність антоціанового забарвлення в алейроні);

* ПЗзMACR×П5MBCBP-RR (материнська лінія фертильний закріплювач того ж типу стерильності з домінантними генетичними маркерами ACR (які у гомозиготному стані визначають наявність антоціанового забарвлення алейрону і перикарпію), а батьківська лінія з генами відновлення фертильності має маркер P-RR (який викликає червоне забарвлення перикарпію).

У варіантах дослідження також вивчали коізогенні аналоги гібрида Гран-6 (отриманий за схрещування материнського компонента П7зС — фертильна форма, стерильність якого забезпечується ЦЧС парагвайського типу, і батьківського компонента з генами відновлення фертильності П26CBalal і маркером al (*Anthocyaninless-1*), який визначає відсутність антоціанового забарвлення в алейроні у таких гібридних форм:

* П7зС×П26CBalal (материнська форма — фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності);

* П7зCalal×П26CBalal (материнська лінія — фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності з генетичним маркером al);

* П7зCVg1Vg1×П26CBalal (материнський компонент — функціонального типу стерильності), що запилювалися пилком аналога тієї ж батьківської форми, що і в контрольному варіанті.

Вирощували також гібридну комбінацію П7зCAGR×П26CVCICI (материнська лінія якої фертильний закріплювач стерильності парагвайського типу з домінантними генетичними маркерами ACR, а батьківська лінія з генами відновлення фертильності і маркером CI).

Дослідження проводили за «Методикою державного випробування сільськогосподарських культур» [171]. Зокрема під час збирання підраховували кількість рослин та визначали масу зібраних качанів з ділянки. Вологоміром 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» [172].

Пошкодження кукурудзяним метеликом та ураження пухирчастою сажкою оцінювали за методикою Н. В. Вилкової, В. Г. Івашенка та А. Н. Фролова [173]. 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) [237, 243].

Експериментальні дослідження з мікроклонального розмноження проводили за методиками розробленими Р. Г. Бутенко (1989) [174]. У роботі використовували модифіковані середовища Т. Murashige і F. Skoog (1962) [175].

Статистичний аналіз виконували за Р. Фіщером у викладі В. О. Єщенка зі співавторами [176, 177] 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.

РОЗДІЛ 3

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЕЛЕМЕНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Кукурудза є однією з найбільш поширених зернових і кормових культур. Біологічні особливості росту та розвитку дозволяють вирощувати її як в Україні, так і далеко за її межами.

Тривалий період часу у сільськогосподарських підприємствах в основному, вирощувалися сорти популяції. Та завдяки підвищеному адаптивному потенціалу і вищій врожайності гетерозисні гібриди витіснили їх з виробництва ще у середині минулого сторіччя [178–180]. Проте, у несприятливі за агрокліматичними умовами роки «супергібриди» можуть давати врожаї нижчі, ніж гібриди, менш продуктивні, однак менш вибагливі до умов вирощування. У таких випадках генетичний потенціал гібридів є найважливішим фактором реалізації ознак і властивостей, які закладено у моделі розмножуваного високоврожайного гібрида. Такі гібриди отримують у результаті ціленаправленої їх селекції для певних ґрунтово-кліматичних зон шляхом схрещуванням спеціально підібраних батьківських пар, для найвищого прояву ефекту гетерозису [131, 181], який у майбутньому врожаю може становити до 35 % [29]. Проте, за останні роки значне підвищення температури повітря, нестача опадів і невисокий відсоток стійкості генотипу до ураження шкідниками і хворобами не дозволяють повністю розкрити генетичний потенціал гібридів [182, 183].

У середині XX століття за даними Ю. А. Асика вирощуванні сорти за продуктивністю поступалися подвійним гібридам. Вони широко культивувалися до початку 70-х років. Із розвитком селекційних методів використанням інбредних ліній вже у 80-х роках цього ж століття збільшилися площі вирощування простих гібридів, однією з переваг яких виявилася швидкість отримання гібридного насіння [140].

За даними А. А. Жученка насіння рослин має онтогенетичну «пам'ять» [36], а А. М. Влащук описує її як «генетично обумовлені механізми адаптивної здатності» [119]. Однак, різниця зернової продуктивності сільськогосподарських культур може сягати більше 80 %, за умови посіву на одному полі насіння отриманого у різних ґрунтово-кліматичних умовах [36]. Такі дані вказують на необхідність зонального ведення насінництва культури.

Підтвердженням більшої врожайності місцевих сортів є робота, дослідження проведені на Безенчукській дослідній станції (південна частина Росії), із вирощування місцевих і американських сортів кукурудзи. Ним було отримано дані, які свідчать, що місцеві форми мали ряд переваг за врожайністю зерна і морфобіологічними особливостями рослин [184]. У 1925 році Н. М. Тулайковим було вказано, що кукурудза є важливою страховою культурою. Навіть у дуже посушливі роки (1911, 1921, 1924 рр.) коли значний відсоток ярих зернових колосових загинув, вона забезпечила достатньо високий врожай [75].

Однак, проблема вдосконалення виробництва високоврожайного гетерозисного гібридного насіння кукурудзи і розширення площ її вирощування в різних регіонах країни наразі залишається актуальною.

3.1. Урожайність коізогенних аналогів

Урожайність рослин є одним із найважливіших критеріїв оцінки та цінності вирощуваних гібридів. Половина отриманого врожаю це результат правильно проведеної селекційної роботи, тоді як іншу його частину обумовлюють умови вирощування і агротехнічні заходи з догляду за посівами [30, 185]. Окрім того, на думку селекціонерів М. Т. Франковської, Л. Г. Огняник, О. А. Шацкої і М. Ф. Жукова, 10 % гарантованої врожайності рослин також залежить від типу цитоплазми [186].

Важливим фактором формування врожаю кукурудзи є рівень вологозабезпеченості регіону [187] та сума активних і ефективних температур у конкретних умовах вирощування [185].

Показником забезпеченості вологою певного регіону вирощування рослин є гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Сприятливими умовами для отримання високого врожаю кукурудзи вважаються ті, в яких ГТК знаходиться в межах від 1,0 до 1,4. Коли гідротермічний коефіцієнт менше 0,6 є дуже посушливими, а вище 1,6 — надмірного зволоження. [27].

Про згубний вплив погодних умов на врожайність рослин кукурудзи у зоні північно-західного Степу України в 1996 році вказували О. П. Якунін, Ю. П. Загорулько та інші. Так, врожайність гібриду ОдМа310 становила 5,71 т/га, тоді як у 1995 та 1997 роках вона була відповідно 9,01 і 8,58 т/га [188].

За даними М. С. Кравченка середня врожайність кукурудзи отримана в північно-західній частині Сумського району Сумської області у 2007 році становила 7,90 т/га, тоді як за умов більш сприятливого природного режиму забезпечення вологою у 2008 році вона була 8,70 т/га [189]. У 2007 році спостерігалось зменшення врожайності зерна кукурудзи на 25 % через посушливі погодні умови (на Розівській дослідній станції Інституту зернового господарства НААН) [182].

Вплив несприятливих погодних умов у Нижній Саксонії протягом 2013 року призвів до зниження врожайності гібридів кукурудзи на 20 % [104].

Іншим важливим показником, який впливає на реалізацію генетичного потенціалу гібрида є сума ефективних температур за вегетаційний період. Так, за даними М. С. Зубрейчука, на Кіровоградській державній сортодослідній станції за суми ефективних температур у 2007 році 3296° С урожайність становила 4,7 т/га, у 2008 році – 2802° С вона сягала 4,6 т/га.. Однак, за показниками ГТК ці роки були відповідно дуже і слабо посушливі. Наступні 2009 та 2010 роки за ГТК відповідали попередньо вказаним рокам. У той той час як у 2009 році сума температур (вище +10° С)

була 3064° С із урожайністю 9,7 т/га, а у 2010 році — 3172° С і відповідно 12,5 т/га [27].

Особливе значення для формування врожаю кукурудзи має група стиглості, фаза розвитку рослин вирощуваного гібрида і період настання посухи. Отже, скоростиглі гібриди легше витримують нестачу вологи у червні місяці так як на цей момент вони більш розвинені, ніж гібриди пізньостиглої групи [190]. Однак, в окремі роки в умовах ґрунтової і повітряної посухи продуктивність рослин може зменшитися на 30–44 % [89]. Тривалість таких умов упродовж двох днів зменшує врожайність на 20 %, за подовженням періоду до семи днів втрати зростають удвічі [30]. Такі погодні умови у Дніпропетровській області призвели до зниження врожайності до 2,4 т/га [48]. У Степовій зоні Волгоградської області, за вирощування кукурудзи на зерно в умовах богари, впродовж 1994–1998 років (в умовах значної посухи) було зібрано 4,1 т/га у ранньостиглої групи гібридів, тоді як 4,1 т/га забезпечили рослини середньоранньої групи [191]. В умовах Алтайського краю, його південній частині, урожайність гібридів у природних умовах становила 5,0 т/га, а при зрошуванні посівів вона сягала 9,0 т/га [192].

Для зменшення негативного впливу погодних умов необхідно враховувати групу стиглості гібрида і строк його посіву. Так, за дослідженнями проведеними на Ізмаїльській дослідній станції, розташованій в умовах південно-західного Степу за сівби у другій-третьій декаді квітня і у другій – травня місяців, змінювалися врожайність ранньостиглих і середньостиглих гібридів від 3,8 до 5,1 т/га із різницею у вологість зерна на 16 % та довжиною вегетаційного періоду на 30 діб. Така залежність на думку М. С. Шевченко є впливом нестачі вологи у другій половині вегетації [193].

Дослідженнями проведеними О. Л. Романенком, В. С. Рибка і А. О. Кулик на півночі Запорізької області встановлено, що за сівби 25 квітня врожайність ранньостиглого гібрида була 5,7 т/га за збиральної вологості зерна 12,7 %, у середньораннього вона становила 5,6 т/га і вологості 14,6 %, а середньопізній забезпечив збір зерна 6,2 т/га і 21,6 % вологи у зерні. Проте,

за сівби 15 травня врожайність і вологість зерна у двох останніх досліджуваних груп стиглості становила відповідно на 5,8 і 6,4 т/га та 17,3 і 24,3 %. Збільшення збиральної вологості зерна призвело до необхідності його сушіння і збільшенню витрат пального. Отже, за можливості врахування кліматичних умов у північній частині Запорізької області, сівбу краще проводити у ранні можливі строки [194]

За даними директора Федерації виробників насіння кукурудзи і сорго у Франції Люка Еспрі на богарі можливо отримати 20,0 т/га зерна кукурудзи, тоді як на зрошувальних землях ця відмітка сягає 25,0 т/га [60]. В Америці у штаті Вірджинія вже було отримано рекордний врожай зерна 22,4 т/га на зрошенні. Однак, селекціонери притримуються думки, що цей показник може сягати рівня 30,0 т/га [23].

Необхідним агрозаходом вирощування кукурудзи є підбір попередника. Так, за десятирічними даними УНУС з вирощування кукурудзи в монокультурі, вологозабезпеченість рослин у метровому шарі ґрунту становить 14 мм. Такі умови для росту і розвитку рослин (щодо вологозабезпеченості рослин) вважаються кращими ніж після рекомендованого у сівозміні попередника — озимої пшениці. Однак, значне зниження врожайності (на 0,5–0,9 т/га) за вирощування кукурудзи в монокультурі відбувається за рахунок поширення на посівах шкідників і хвороб, тоді як у середньому після інших попередників зниження продуктивності сягає від 0,1 до 0,4 т/га [120].

Підвищення продуктивності гібридів від 35 до 95 %, досягається із використанням ліній аналогів отриманих у схрещуваннях сестринських ліній. Такі гібриди характеризуються збільшенням продуктивності від 35 до 95 %, багатокачанністю, швидкою втратою вологи зерном у період дозрівання і доброю реакцією на загущення посівів [8].

Дослідженнями В. М. Кравченко, було підтверджено позитивний вплив використання поліпшених ліній, отриманих у сестринських схрещуваннях. Встановлено, збільшення врожайності простих модифікованих гібридів від 1

до 85 % із стабільним її проявом у різні роки досліджень. Виявлено покращення основних морфологічних показників та елементів структури продуктивності. Найкращими були гібриди R1-1×ДН10 та ДС9×ДН10 при середніх показниках: висоти рослин 240,4 см, висоти прикріплення нижнього господарсько-цінного качана 84,5 см, довжини качана 22,3 см, кількості зерен в качані 496,1 шт. і маси 1000 зерен 308,1 г [195].

П. И. Сусидко, В. С. Цикова наводять дані, що вказують на кращу врожайність простих міжлінійних та трилінійних гібридів (одержаних за схемою (А×Б)×С) на 1,0 – 1,5 т/га більше за двойні міжлінійні та сортолінійні гібриди, які також забезпечують рівномірні сходи та стійкість до ураження хворобами і пошкодження шкідниками [75], однак одним із їх недоліків є чутливість до несприятливих погодних умов вирощування [196].

С. П. Антонюк, М. М. Федько вивчаючи прості міжлінійні гібриди створені на базі елітних ліній різних зародкових плазм : BSSS, Lancaster C103, Lancaster Oh43 і Iodent встановили, що за продуктивністю зерна найкращим виявився простий гібрид Дк 411×Дк 633 (гетерозисної моделі C103×BSSS), забезпечивши середню врожайність 7,59 т/га та збиральну вологість зерна 21,6 % [197].

Аналізуючи дані вирощуванні коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу встановлено, що практично всі гібридні комбінації, за середніми даними, забезпечили істотну надбавку врожаю в межах 0,3–2,1 т/га до контролю, окрім аналога з материнською лінією парагвайського типу стерильності ПЗС (рис. 3.1).

Підтвердженням цьому є суттєве збільшення врожайності гібридних форм у 2007 році від 0,5 до 1,5 т/га, і у 2008 році — від 0,4 до 2,4 т/га до контролю. Урожайність аналогів ПЗС×П5СВCICI і ПЗзCa2a2×П5СВCICI у 2007 році була на рівні контролю (табл. 3.1).

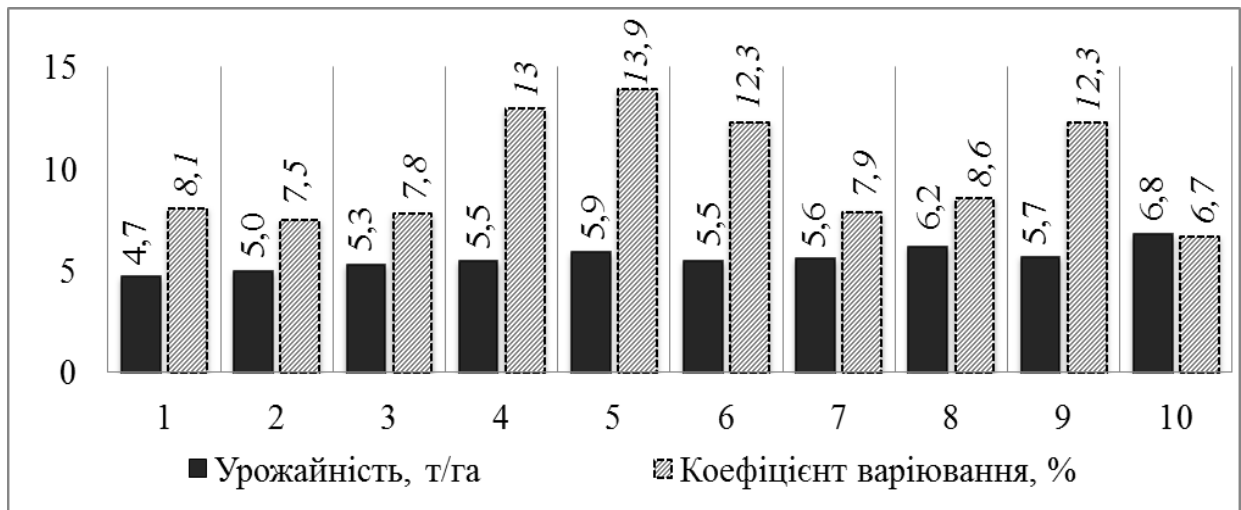


Рисунок 3.1. Середня врожайність зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу, (2006-2008 рр.), т/га: 1 – ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль); 2 – ПЗС×П5СВСІСІ; 3 – ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ; 4 – ПЗзМ×П5СВСІСІ; 5 – ПЗМа2а2×П5СВСІСІ; 6 – ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ; 7 – ПЗзМVg1Vg1a2a×П5СВСІСІ; 8 – ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ; 9 – ПЗМа1a1×П5МВa1a1; 10 – ПЗзMACR×П5МВР-RR

При визначені стабільності прояву зернової продуктивності, як за середніми даними так і за кожен рік окремо, у коізогенних аналогів ПЗС×П5СВСІСІ, ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vg1a2a×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ і ПЗзMACR×П5МВР-RR було встановлено незначне варіювання ознаки, що вказує на їх вирівняність за генотипом.

Вивчення впливу генетичних маркерів на врожайність коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 свідчить про найбільше її значення в середньому за два роки 6,8 т/га у досліді мала гібридної комбінації ПЗзMACR×П5МВР-RR материнська лінія якої фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з генетичними маркерами ACR, а батьківська лінія з генами відновлення фертильності і маркером P-RR. Дана комбінація характеризувалася найвищою врожайністю зерна і серед групи коізогенних аналогів на фертильній основі.

Таблиця 3.1

**Урожайність зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в
агрокліматичних умовах Лісостепу, 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Урожайність								
	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
ПЗСа2a2×П5СВСІСІ (контроль)	4,9	–	7,3	4,9	–	2,1	4,3	–	4,1
ПЗС×П5СВСІСІ	5,2	+0,3	8,0	4,9	0	4,6	4,9*	+0,6	9,0
ПЗзСа2a2×П5СВСІСІ	5,7*	+0,8	7,5	5,1	+0,2	4,2	5,1*	+0,8	5,7
ПЗзМ×П5СВСІСІ	5,8*	+1,0	10,1	5,6*	+0,7	16,9	5,0*	+0,7	4,9
ПЗМа2a2×П5СВСІСІ	6,3*	+1,4	4,1	6,2*	+1,3	3,0	5,2*	+0,9	3,4
ПЗзМа2a2×П5СВСІСІ	6,0*	+1,1	6,7	5,8*	+0,9	6,6	4,7*	+0,4	6,3
ПЗзМVg1Vg1a2a× П5СВСІСІ	6,0*	+1,1	6,8	5,4*	+0,5	3,8	5,4*	+1,1	7,3
ПЗзМа2a2msms× П5СВСІСІ	6,7*	+1,8	5,3	5,8*	+0,9	4,9	6,1*	+1,8	7,7
ПЗМалa1×П5МВa1a1	6,1*	+1,2	9,6	5,8*	+0,9	9,3	5,2*	+0,9	13,6
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	7,2*	+2,3	5,2	6,5*	+1,6	4,7	6,7*	+2,4	6,1
НІР ₀₅	0,4			0,4			0,4		

Примітка: * – істотно на рівні $P>0,05$;
V – коефіцієнт варіювання, %.

Аналізуючи дані врожайності аналогів, за наявності в материнському компоненті генетичного маркера *a2*, у різних ГСКР встановлено, що суттєве підвищення врожайності мали всі аналоги даної групи. Серед даних досліджуваних форм найвищу надбавку врожаю зерна (1,5 т/га до контролю) забезпечив аналог ПЗзМа2a2msms×П5СВСІСІ. Його врожайність була вищою і серед гібридних форм на стерильній основі.

Виявлено, що поєднання високої продуктивності і вирівняності генотипів за врожайністю мали коізогенні аналоги:

ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI,

ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI

i

ПЗзMACR×П5MBP-RR.

За середніми даними, отриманими в умовах Степу, істотну надбавку врожаю (0,4–1,6 т/га) забезпечили коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978: ПЗзМ×П5CVCICI, ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI, ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI і гібридні комбінації: ПЗMa1a1×П5MBa1a1 і ПЗзMACR×П5MBP-RR (рис. 3.2).

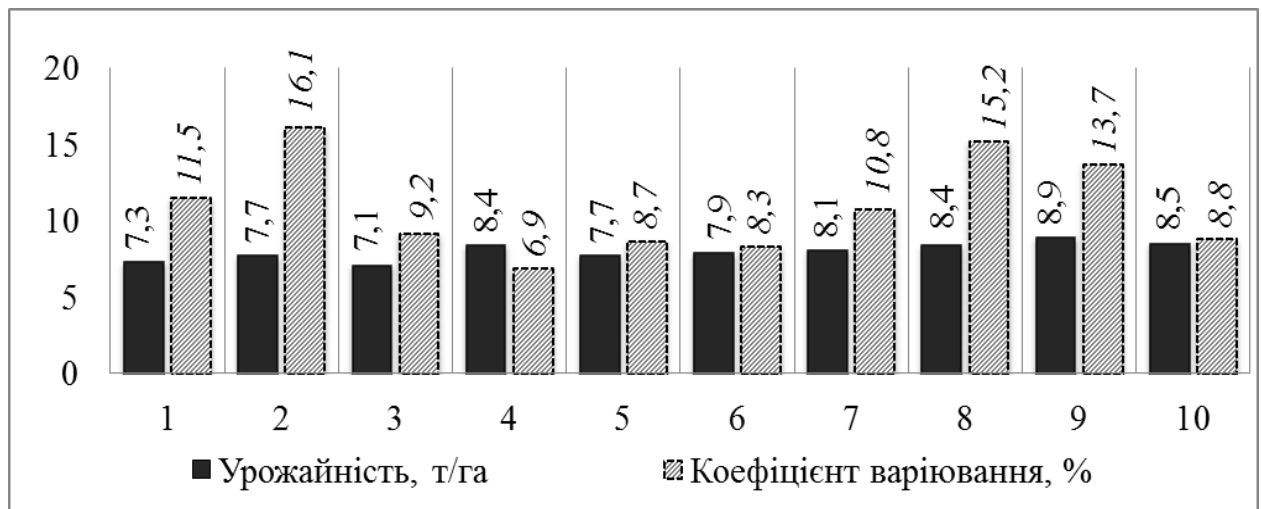


Рисунок 3.2. Середня врожайність зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу, (2006–2008 р.), т/га:

1 – ПЗCa2a2×П5CVCICI (контроль); 2 – ПЗС×П5CVCICI;

3 – ПЗзCa2a2×П5CVCICI; 4 – ПЗзМ×П5CVCICI;

5 – ПЗMa2a2×П5CVCICI; 6 – ПЗзMa2a2×П5CVCICI;

7 – ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI; 8 – ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI;

9 – ПЗMa1a1×П5MBa1a1; 10 – ПЗзMACR×П5MBP-RR

Дослідженнями проведеними впродовж 2006–2007 років істотну надбавку врожаю мали сім аналогів із дев'ять досліджуваних ПЗзМ×П5CVCICI, ПЗMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI, ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI, ПЗMa1a1×П5MBa1a1 і ПЗзMACR×П5MBP-RR, окрім аналога ПЗMa2a2×П5CVCICI, врожайність якого за даними 2006 року була на рівні

контролю (табл. 3.2). У 2008 році істотну надбавку зернової продуктивності забезпечили всі аналоги, крім гібридних форм з материнськими лініями молдавського типу стерильності на фертильній і стерильній основі з генетичним маркером *a2* і без нього (ПЗзМ×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ і ПЗМа2а2×П5СВСІСІ). Однак, необхідно відмітити, що коізогенний аналог ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ за роки проведення досліджень мав тенденцію до зниження врожайності відносно контролю. Проте, істотною ця різниця (на 0,6 т/га) була лише у 2008 році проведення досліджень.

Таблиця 3.2

Урожайність зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в умовах Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Урожайність								
	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	7,6	–	7,5	6,3	–	2,0	8,0	–	5,1
ПЗС×П5СВСІСІ	8,1	+0,5	7,4	6,2	-0,1	6,8	8,8*	+0,8	6,0
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	7,4	-0,2	6,9	6,5	+0,2	1,8	7,4*	-0,6	9,7
ПЗзМ×П5СВСІСІ	8,8*	+1,5	7,2	7,9*	+1,6	2,1	8,2	+0,2	5,8
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	8,1	+0,5	4,9	6,9*	+0,6	5,0	8,1	+0,1	5,1
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	8,3*	+0,7	7,8	7,8*	+1,5	10,0	7,6	-0,4	3,9
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	8,5*	+0,9	7,0	7,2*	+0,9	6,3	8,6*	+0,6	8,3
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	8,9*	+1,3	9,2	7,1*	+0,8	11,6	9,2*	+1,2	7,0
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	9,4*	+1,8	7,5	7,5*	+1,2	10,0	9,8*	+1,8	5,4
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	9,1*	+1,5	5,9	7,7*	+1,4	5,7	8,7*	+0,7	4,7
НІР ₀₅	0,6			0,5			0,5		

Примітка: * – істотно на рівні $P>0,05$;
V – коефіцієнт варіювання, %.

При визначені стабільності прояву зернової продуктивності, як за середніми даними так і за кожен рік окремо, у коізогенних аналогів ПЗзCa2a2×П5CVCICI, ПЗзМ×П5CVCICI, ПЗМа2a2×П5CVCICI, ПЗзМа2a2×П5CVCICI і ПЗзMACR×П5MBP-RR було встановлено незначне варіювання ознаки, що вказує на їх вирівняність за генотипом.

За результатами дослідження середньої врожайності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 встановлено, що найбільшу зернову продуктивність у досліді (8,9 т/га) забезпечила гібридна комбінація ПЗMalal×П5MBalal з материнською лінією молдавського типу стерильності і генетичним маркером *al* у обох батьківських компонентах. Дана комбінація характеризується найвищою врожайністю і серед коізогенних аналогів на стерильній основі.

Характеризуючи дані врожайності групи аналогів за наявності у материнських компонентах генетичного маркера *a2* встановлено, що найвищу суттєву надбавку врожаю (1,1 т/га до контролю) забезпечила гібридна форма ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI. Серед гібридних форм з материнськими лініями на фертильній основі найвищу врожайність (8,5 т/га) мала гібридна комбінація ПЗзMACR×П5MBP-RR.

З'ясовано, що суттєве стабільне збільшення зернової продуктивності у досліді в агрокліматичних умовах Степу забезпечили гібридні форми ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI і ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI та комбінації ПЗMalal×П5MBalal і ПЗзMACR×П5MBP-RR. Встановлено, що оптимальним поєднанням високої продуктивності та вирівняності генотипу за врожайністю характеризувався коізогенний аналог ПЗзMACR×П5MBP-RR.

Отже, отримані результати досліджень свідчать, що використання в насінництві гібридів кукурудзи у генотипах материнських ліній генетичних маркерів *al*, *a2* і *ACR*, а батьківських — маркерів *CI* і *P-RR* не має негативного впливу на врожайність гібридів. Однак, у деяких аналогів їх наявність суттєво сприяє підвищенню зернової продуктивності. Також виявлено, 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.

Дані врожайності зерна коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 свідчать про підвищення їх продуктивності порівняно з контролем за вирощування в агрокліматичних умовах Лісостепу (рис. 3.3).

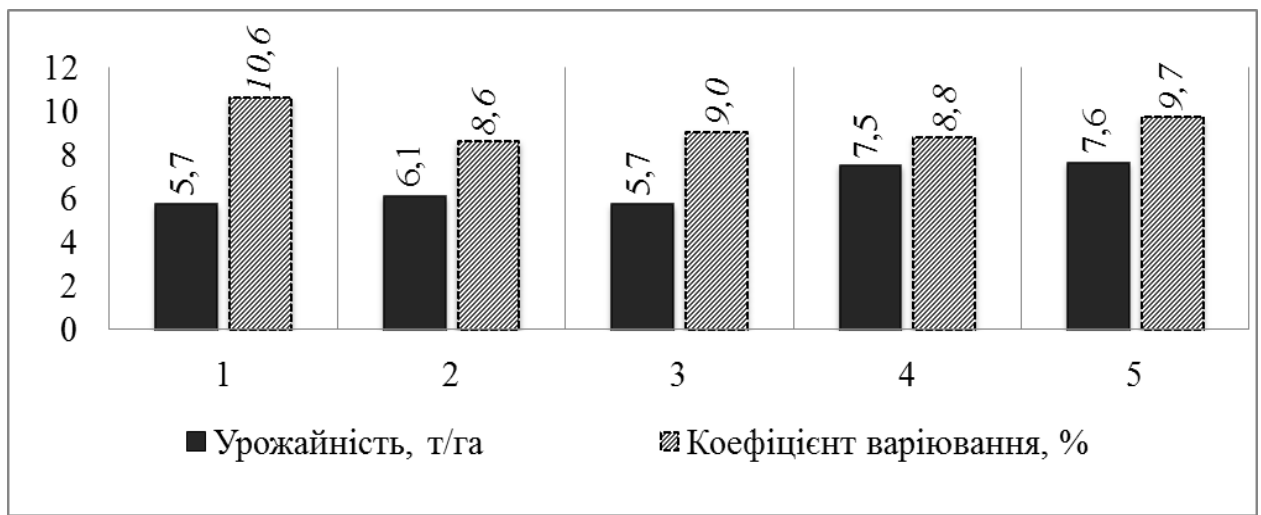


Рисунок 3.3. Середня врожайність коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу, (2006–2008 рр.), т/га:
1 – П7С×П26СBalal(контроль); 2 – П7зС×П26СBalal;
3 – П7зСVg1Vg1×П26СBalal; 4 – П7зCalal×П26СBalal;
5 – П7зCACR×П26СBCICI

Суттєву надбавку зернової продуктивності (1,9 і 1,8 т/га) мали відповідно гібридні комбінації П7зCACR×П26СBCICI і П7зCalal×П26СBalal, що підтверджується як середніми даними так і окремо за роки проведення дослідження (табл. 3.3).

Однак, істотне підвищення рівня врожайності (на 0,6 т/га) у 2008 році мала гібридна форма П7зС×П26СBalal, що не підтверджується даними 2006 та 2007 років.

Характеризуючи кращі коізогенні аналоги гібрида Гран-6 за врожайністю зерна бачимо, що високу вирівняність генотипу за даною

ознакою мали всі гібридні комбінації, оскільки їх коефіцієнт варіювання становив від 8,6 до 9,7 %.

Таблиця 3.3

**Урожайність зерна коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в
агрокліматичних умовах Лісостепу, 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Урожайність								
	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
П7С×П26С <i>Balal</i> (контроль)	6,0	–	10,6	5,4	–	6,5	5,7	–	11,8
П7зС×П26С <i>Balal</i>	6,5	+0,5	4,9	5,5	+0,1	1,9	6,3*	+0,6	3,3
П7зС <i>Vg1Vg1</i> × П26С <i>Balal</i>	6,1	+0,1	7,5	5,2	+0,2	3,9	5,8	+0,1	5,7
П7зС <i>alal</i> ×П26С <i>Balal</i>	7,9*	+1,9	6,2	7,8*	+2,4	6,2	6,8*	+1,1	4,2
П7зС <i>ACR</i> ×П26С <i>BCICI</i>	8,0*	+2,0	4,8	7,9*	+2,5	9,6	6,9*	+1,2	6,5
НІР ₀₅	0,6			0,5			0,5		

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

V – коефіцієнт варіювання, %.

Використання у насінництві гетерозисних гібридів з материнським компонентом генетичної системи контрольованого розмноження на основі гена *Vg* функціональної чоловічої стерильності істотного впливу на врожайність не мало.

В агрокліматичних умовах Степу за середніми даними зернової продуктивності найкраще себе проявили гібридні комбінації П7зС*ACR*×П26С*BCICI* і П7зС×П26С*Balal* з істотним приростом на 1,2 та 0,5 т/га (рис. 3.4).

Слід відмітити, що в умовах спекотного півдня країни, спостерігалось неістотне зниження врожайності аналогів в 2007 році, а у 2008 році — суттєве її підвищення за всіма комбінаціями аналогів на 1,0–2,0 т/га

(табл. 3.4). Середнім значенням коефіцієнта варіювання 10,6 та 11,3 характеризувалися відповідно коізогенний аналог з материнською лінією функціонального типу стерильності та гібридна комбінація із материнською формою закріплювачем парагвайського типу стерильності і генетичним маркером *ACR*.

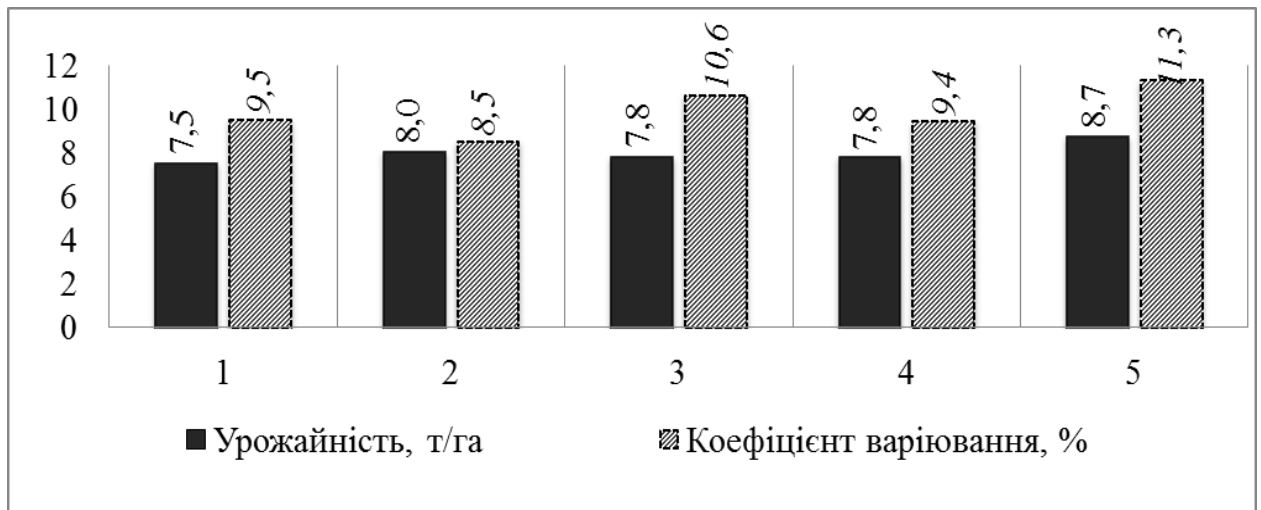


Рисунок 3.4. Середня врожайність коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу, (2006–2008 рр.), т/га:

**1 – П7С×П26С*Balal*(контроль); 2 – П7зС×П26С*Balal*;
3 – П7зС*Vg1Vg1*×П26С*Balal*; 4 – П7зС*alal*×П26С*Balal*;
5 – П7зС*ACR*×П26С*BCICI***

Серед досліджуваних коізогенних аналогів найбільшу зернову продуктивність у досліді забезпечила гібридна комбінація П7зС*ACR*×П26С*BCICI* із середнім коефіцієнтом варіювання ознаки, що вказує на її залежність від умов вирощування.

Отже, на основі отриманих даних встановлено, що використання у насінництві материнських ліній за наявності у їх генотипах генетичних маркерів *al* і *ACR*, та батьківських — з маркерами *al* і *CI* не має негативного впливу на врожайність гібридів. Однак, у деяких аналогів із введенням їх у генотип суттєво підвищується зернова продуктивність.

Також виявлено, що використання генетичної системи на основі генів *Vg* функціональної і *ms* ядерної чоловічих стерильностей не знижує продуктивності гібридів.

Таблиця 3.4

**Урожайність зерна коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в
агрокліматичних умовах Степу, 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Урожайність								
	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %	т/га	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
П7С×П26С <i>Balal</i> (контроль)	8,0	–	8,7	7,4	–	7,2	7,1	–	10,0
П7зС×П26С <i>Balal</i>	8,4	+0,4	4,4	7,2	-0,2	4,1	8,4*	+1,3	5,3
П7зС <i>Vg1Vg1</i> × П26С <i>Balal</i>	8,2	+0,2	6,2	7,0	-0,4	6,9	8,2*	+1,1	9,0
П7зС <i>alal</i> ×П26С <i>Balal</i>	8,2	+0,2	6,9	7,1	-0,3	3,6	8,1*	+1,0	8,2
П7зС <i>ACR</i> ×П26С <i>BCICI</i>	9,3*	+1,3	7,2	7,7	+0,3	8,7	9,1*	+2,0	9,0
НІР ₀₅	0,7			0,6			0,9		

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

V – коефіцієнт варіювання, %.

Аналізуючи дані вирощування коізогенних аналогів встановлено, що найвищу зернову продуктивність серед аналогів гібридів Піонер-Гран 3978 забезпечили гібридні комбінації П3з*MACR*×П5*MBP-RR* із врожайністю 6,8 т/га в агрокліматичних умовах Лісостепу та П3*Malal*×П5*MBalal* – 8,9 т/га в умовах Степу, тоді як серед гібридних комбінацій гібрида Гран-6 істотну надбавку в обох зонах проведення досліджень забезпечив коізогенний аналог П7зС*ACR*×П26С*BCICI*, відповідно із урожайністю 7,6 і 8,7 т/га.

3.2. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів

Вирощування кукурудзи є трудомістким процесом і потребує врахування біологічних особливостей культури і агрокліматичних умов довкілля. Одним із важливих показників швидкості досягання кукурудзи є вологість зерна на момент збирання врожаю. Вона також є важливим чинником рівня врожайності і ефективності вирощуваних гібридів. Підвищення вологості зерна вимагає додаткових затрат на сушіння і доведення його до кондиційності, а також потребує необхідності транспортування до пунктів сушіння (елеватор), тобто близького їх розміщення до господарств [198].

У більшості районів вологість зерна на момент збирання врожаю становить від 20 до 38 %, за вологості стрижня 15–30 % [199]. Необхідно вказати, що зберігання зерна кукурудзи в качанах з вологістю 30–35 % призводить до значного його пошкодження [200]

Однак необхідно пам'ятати, що втрата вологи зерном проходить у два етапи. До першого етапу А. Э. Панфилов і Е. С. Іванова відносять зменшення вологи у зерні до 45 % за рахунок процесів формування зерна із прямою залежністю від навколишньої температури. У другий етап втрата вологи зерном відбуваються не залежно від зовнішніх умов, тобто за рахунок спадкових генетичних процесів [201]. Наприклад, ранньостигла група може забезпечувати врожайність на рівні 8,5–9,5 т/га, а середньостигла — 10,0–12,0 т/га, однак відповідно з вологістю під час збирання 14–15 і 22–30 %. На досушування зерна середньостиглої групи до базисної кондиції (14 %) потрібно на кожен відсоток вологості витратити від 1,9 до 4,1 л рідкого пального на 1 т зерна [202], що не завжди враховують товаровиробники вибираючи гібридне насіння.

За даним В. В. Базалія зі співавторами, досягнуте у 2010 році зростання врожайності на 37 % супроводжувалося чотириразовим збільшенням виробничих видатків [203], зменшення яких може бути забезпечене за

рахунок впровадження більш ранніх гібридів з меншою збиральною вологістю зерна.

Значний вплив на вологість зерна мають строки посіву культури. Вирощування гібридів в умовах Північного Степу за сівби в пізні строки призводить до надмірної його вологості, яка може сягати до 50 % [204]. Так, в умовах північної частини Степу на Єрастівській дослідній станції, у 1996 році через надмірну кількість опадів у жовтні місяці гібриди середньостиглої групи на момент збирання врожаю мали вологість за 35 %, тоді як середньопізньої — 50 % [205]. Отже, краще не затягувати збирання врожаю тому що, за рахунок надмірної вологості ґрунту і повітря, можливе вторинне зволоження зерна.

Необхідно враховувати також, що середньодобова втрата вологи насінням знаходиться в межах від 0,3 до 1,0 % залежно від групи стиглості гібрида. Накопичення сухої речовини відбувається до моменту встановлення вологості зерна близько 30 %. Однак, зволоження сухого зерна внаслідок опадів збільшує інтенсивність дихання насіння і веде до втрати сухої речовини. За даними М. Я. Кирпи у 2011 та 2012 роках досліджень на дослідному полі господарства “Дніпро” Інституту сільського господарства степової зона НААН України через зволоження сухого зерна відмічалися втрати від 3 до 9 % маси 1000 сухих зерен . [206].

В умовах Лісостепу основну перевагу віддають вирощуванню гібридів середньоранньої групи, оскільки вони більш врожайні і повністю дозрівають, але порівнюючи з ранньостиглими гібридами мають більшу вологість зерна [207]. Для зони Степу найкращими є гібриди середньоранньої і середньостиглої групи із високою врожайністю і швидкою втратою вологи [208], що залежить від типу зерна кукурудзи. Гібриди з зерном кременистого типу повільно втрачають вологу, тоді як зубовидні навпаки [209]. Тому, особливого значення набуває необхідність створення гібридів, у яких при дозріванні зерно швидко втрачає вологу в поєднанні з високою врожайністю.

Загальновідомо, що найбільш поширеним способом зниження видатків за виробництва гібридного насіння кукурудзи є використання явища цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) як одного з найбільш вивчених варіантів генетичної системи контрольованого розмноження (ГСКР). У гібридному насінництві кукурудзи в Україні нині переважають молдавський (М) і парагвайський (С) типи стерильності, однак пошук способів спрощення контролю гібридності насіння сприяв розробленню технології з використанням тісно зчеплених з генами чоловічої стерильності маркерних генів забарвлення зернівки кукурудзи [174, 210–212].

За час проведення досліджень виявили, що врожайність і вологість зерна під час збирання залежали від умов вирощування більше, ніж від генотипу гібридів. Всі досліджувані коізогенні аналоги за врожайністю переважали контроль в обох пунктах проведення досліджень. Зважаючи на це, максимальної врожайності можна досягти лише враховуючи генетичні особливості гібридів, їх стабільність та генетичний захист від впливу екологічних чинників навколишнього середовища [213]. Використання гібридів з швидкою втратою вологи під час дозрівання дасть змогу заощадити енергоресурси на досушування зерна і покращити якість механізованого збирання врожаю [214].

У наших дослідженнях в агрокліматичних умовах Лісостепу у коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 за середніми даними спостерігалось підвищення вологості зерна. (рис. 3.5).

Та істотне підвищення вологості зерна мали гібридні форми парагвайського ПЗС×П5СВСІСІ і функціонального ПЗзMVg1Vgla2a×П5СВСІСІ типів стерильності, а також гібридна комбінація молдавського типу стерильності з генетичним маркером *al* у обох батьківських компонентах ПЗMalal×П5MBalal. Варіювання показника у цих гібридних комбінацій було сильним і становила від 20,7 до 28,8 %. У інших досліджуваних коізогенних аналогів варіювання у межах років було незначним, тоді як за середніми трирічними даними середнім.

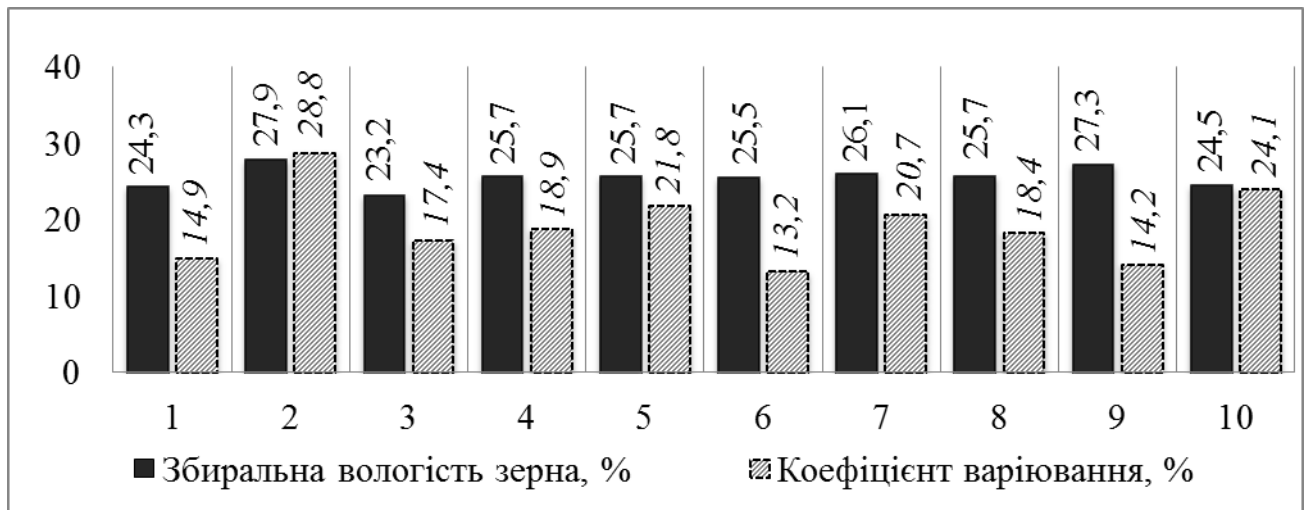


Рисунок 3.5. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу, (2006–2008 рр.), %: 1 – ПЗCa2a2×П5CVCICI (контроль); 2 – ПЗC×П5CVCICI; 3 – ПЗзCa2a2×П5CVCICI; 4 – ПЗзМ×П5CVCICI; 5 – ПЗMa2a2×П5CVCICI; 6 – ПЗзMa2a2×П5CVCICI; 7 – ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI; 8 – ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI; 9 – ПЗMalal×П5MBalal; 10 – ПЗзMACR×П5MBP-RR

У 2006 році вологість зерна під час збирання врожаю збільшилась у аналогів ПЗMalal×П5MBalal і ПЗC×П5CVCICI на 3,2 і 3,8 % відповідно.

За даними 2007 року збиральна вологість зерна у аналогів ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI, ПЗзМ×П5CVCICI, ПЗзMACR×П5MBP-RR, ПЗMalal×П5MBalal, ПЗMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI і ПЗC×П5CVCICI істотно переважала контроль на 2,8–8,4 %, із незначним коефіцієнтом варіювання від 2,1 до 8,8 %.

Однією з причин високої вологості зерна в цьому році була надмірна кількість опадів у вересні, яка становила 80 % від середньобаторічної норми.

В дослідженнях 2008 року коізогенні аналоги мали значно меншу збиральну вологість зерна за рахунок високих температур та дефіциту опадів у серпні–вересні місяцях. Суттєве збільшення вологості на 2,7 % мала лише гібридна комбінація з генетичним маркером *al* у обох батьківських компонентах (ПЗMalal×П5MBalal), тоді як зменшення — на 2,4 %

забезпечила комбінація з домінантними генетичними маркерами *ACR* (ПЗзМАСR×П5МВР-RR). За даними цього року, у вище вказаних аналогів, варіювання ознаки було відповідно незначним і середнім.

Аналіз збиральної вологості зерна у коізогенних аналогів за наявності у генотипі материнських компонентів генетичного маркера *a2* вказує, що в середньому за три роки суттєве збільшення вологості забезпечив лише аналог ПЗзMVg1Vg1a2a×П5СВCІCІ функціонального типу стерильності.

Таблиця 3.5

Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агроекологічних умовах Лісостепу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Збиральна вологість зерна								
	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
ПЗСа2a2×П5СВCІCІ (контроль)	25,8	–	8,0	27,2	–	2,4	19,8	–	6,7
ПЗС×П5СВCІCІ	29,6*	+3,8	13,0	35,6*	+8,4	8,8	18,4	-1,4	10,0
ПЗзСа2a2×П5СВCІCІ	24,6	-1,2	8,1	26,7	-0,5	4,7	18,2	-1,6	3,3
ПЗзМ×П5СВCІCІ	27,3	+1,5	9,0	30,1*	+2,9	2,1	19,8	0	9,4
ПЗМа2a2×П5СВCІCІ	27,3	+1,5	7,0	30,9*	+3,7	7,6	18,9	-0,9	4,4
ПЗзМа2a2×П5СВCІCІ	27,1	+1,3	7,7	28,1	+0,9	3,7	21,4	+1,6	1,9
ПЗзMVg1Vg1a2a×П5СВCІCІ	27,7	+1,9	7,6	31,2*	+4,0	4,5	19,4	-0,4	4,8
ПЗзМа2a2msms×П5СВCІCІ	27,3	+1,5	7,0	30,0*	+2,8	3,4	19,8	0	6,4
ПЗМala1×П5МВala1	29,0*	+3,2	7,3	30,5*	+3,3	3,6	22,5*	+2,7	3,9
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	26,0	+0,2	7,2	30,1*	+2,9	8,0	17,4*	-2,4	11,7
НІР ₀₅	2,6			2,7			2,1		

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

V – коефіцієнт варіювання, %.

За даними вологості зерна у групі аналогів з материнськими лініями на стерильній основі найбільше значення (27,9 %) мала гібридна форма

ПЗС×П5СВСІСІ парагвайського типу стерильності. Дещо їй поступилися на 0,6 і 1,8 % відповідно, коізогенні аналоги ПЗМ al 1×П5МВ al 1 і ПЗзМVg1Vg1a2a2×П5СВСІСІ молдавського і функціонального типів стерильності відповідно з генетичними маркерами al і $a2$.

Доцільно зазначити, що варіювання ознаки у межах кожного із досліджуваних рядів у досліді було значним, тоді як за середніми даними середнім і сильним.

На підставі даних збиральної вологості зерна можна зробити висновок, що збільшення значення даного показника мали аналоги (на стерильній основі) з материнськими компонентами парагвайського — ПЗС×П5СВСІСІ, а також молдавського — ПЗМ al 1×П5МВ al 1 за наявності у генотипі генетичного маркера al у обох батьківських компонентах і функціонального ПЗзМVg1Vg1a2a2×П5СВСІСІ з маркером $a2$ типів стерильності. Вологість зерна при збиранні у інших аналогів змінювалася в межах НР_{0,5}, як за середніми даними так і за роками досліджень.

За вирощування коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в умовах Степу за середніми даними спостерігалось збільшення вологості зерна відносно контрольного варіанту (рис. 3.6).

Суттєве зростання ознаки (2,3 %) забезпечила гібридна комбінація з материнською лінією молдавського типу стерильності з генетичним маркером al у обох батьківських компонентах ПЗМ al 1×П5МВ al 1 і незначним коефіцієнтом варіювання.

Досліджувані гібридні комбінації у 2007 році характеризувалися вологістю зерна під час збирання нижчою від кондиційної (14 %), але порівнянно до контролю вони мали на 0,1–1,4 абсолютних відсотки вищу вологість. Істотне збільшення вологості забезпечили гібридні комбінації з материнськими лініями парагвайського типу стерильності (ПЗС×П5СВСІСІ) (0,6 %), фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з домінантними генетичними маркерами АСR (ПЗзМАСR×П5МВР-RR) (0,8 %) і молдавського типу стерильності з генетичним маркером al у обох

батьківських компонентах (ПЗ $Mala1 \times P5MBal1$) (1,4 %). Варіювання ознаки у досліді було незначним.

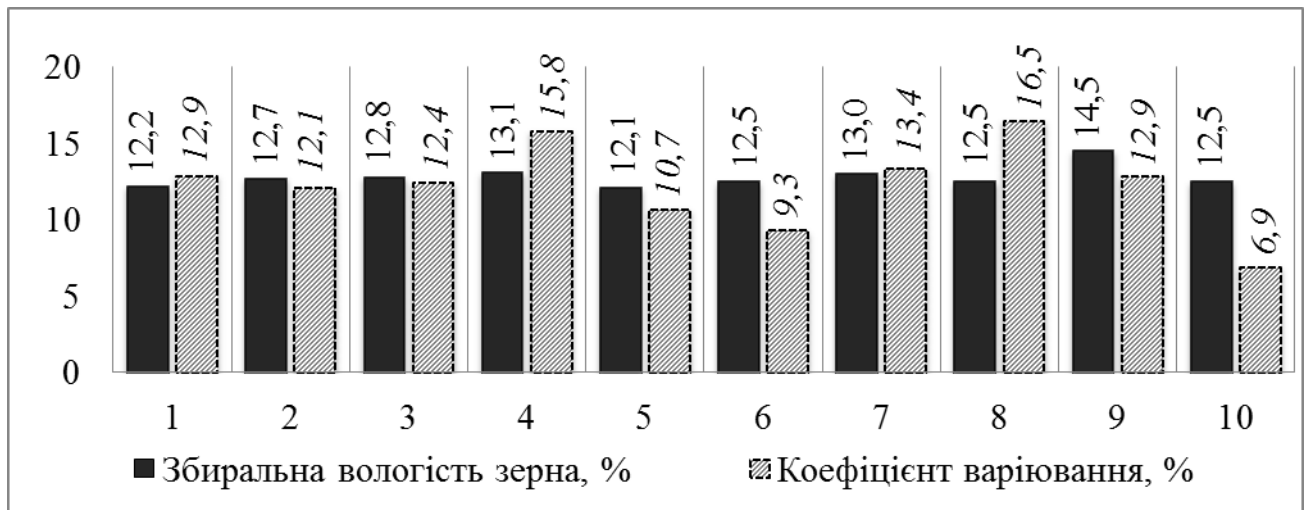


Рисунок 3.6. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу, (2006–2008 рр.), %:

- 1 – ПЗ $Ca2a2 \times P5CBVCI1$ (контроль); 2 – ПЗ $C \times P5CBVCI1$;
 3 – ПЗ $Ca2a2 \times P5CBVCI1$; 4 – ПЗ $zM \times P5CBVCI1$; 5 – ПЗ $Ma2a2 \times P5CBVCI1$;
 6 – ПЗ $zMa2a2 \times P5CBVCI1$; 7 – ПЗ $zMVg1Vg1a2a \times P5CBVCI1$;
 8 – ПЗ $zMa2a2msms \times P5CBVCI1$; 9 – ПЗ $Mala1 \times P5MBal1$;
 10 – ПЗ $MACR \times P5MBP-RR$**

Збиральна вологість зерна у коізогенних аналогів за даними 2008 року була в межах базової, крім аналога ПЗ $Mala1 \times P5MBal1$ — суттєво переважав контроль на 3,1 %. Варіювання ознаки у гібридів мало незначний характер.

Характеризуючи збиральну вологість зерна коізогенних аналогів, в умовах Степу, при наявності у їх материнських компонентах генетичних маркерів $a1$, $a2$, ACR відзначаємо, що підвищення вологості зерна не було істотним, і тільки гібридна комбінація ПЗ $Mala1 \times P5MBal1$ мала суттєве збільшення вологості як за середнім показником (2,3 %) так і у окремі роки проведення досліджень — на 1,4 і 3,1 % відповідно.

За результатами досліджень встановлено можливість використання генетичних маркерів для виробництва гібридного насіння з метою спрощення

контролювання гібридності і генетичної чистоти насіння без негативного впливу на вологість зерна в умовах Степу.

Таблиця 3.6

Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в умовах Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Збиральна вологість зерна								
	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	12,9	–	8,5	10,7	–	5,3	12,9	–	14,7
ПЗС×П5СВСІСІ	13,4	+0,5	10,9	11,3*	+0,6	4,1	13,5	+0,6	11,9
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	13,6	+0,7	5,5	10,9	+0,2	1,9	14,0	+1,1	7,9
ПЗзМ×П5СВСІСІ	13,9	+1,0	11,9	11,2	+0,5	2,7	14,1	+1,2	18,5
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	13,0	+0,1	11,4	11,0	+0,3	2,3	12,3	-0,6	10,0
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	13,3	+0,4	5,3	11,2	+0,5	3,2	13,0	+0,1	7,3
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	13,6	+0,7	5,0	10,8	+0,1	2,8	14,5	+1,6	4,0
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	13,3	+0,4	10,3	10,6	-0,1	3,0	13,6	+0,7	19,4
ПЗМалal×П5МВalal	15,4*	+2,5	1,9	12,1*	+1,4	6,9	16,0*	+3,1	1,9
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	13,3	+0,4	2,0	11,5*	+0,8	3,9	12,7	-0,2	4,4
НІР ₀₅	1,9			0,6			2,7		

Примітка: * – істотно на рівні $P > 0,05$;
V – коефіцієнт варіювання, %.

Істотне збільшення вологості зерна у коізогенного аналога ПЗМалal×П5МВalal до контролю не перевищує значення 14 % вологості, а тому комбінація має право на використання для виробництва гібридного насіння.

При виробництві гібридного насіння в агрокліматичних умовах Лісостепу необхідно звернути увагу на істотне збільшення вологості зерна у коізогенних аналогів з материнськими лініями парагвайського типу

стерильності ПЗС×П5СВСІСІ і фертильний закріплювач молдавського типу стерильності з генетичним маркером *a2* ПЗзMa2a2×П5СВСІСІ, а також гібридної комбінації з материнською лінією молдавського типу і маркером *a1* у обох батьківських компонентах ПЗMalal×П5MBalal, так як ці гібриди потребують більших затрат на досушування. Необхідно відмітити, що гібридна комбінація з генетичним маркером *a1* у обох батьківських компонентах ПЗMalal×П5MBalal характеризувалася збільшенням вологості зерна до контролю у 2007 і 2008 роках вирощування, із сильним варіюванням ознаки ($V=24,1\%$).

Досліджуючи збиральну вологість зерна коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 в умовах Лісостепу встановили, що суттєве підвищення вологості зерна, на 2,2 і 2,4 % (додаток Б.1) відповідно спостерігалось у аналогів П7зС×П26СBalal і П7зCVg1Vg1×П26СBalal, тоді як у гібридної форми П7зCACR×П26СВСІСІ мали істотне зниження даного показника на 2,1 % (рис. 3.7).

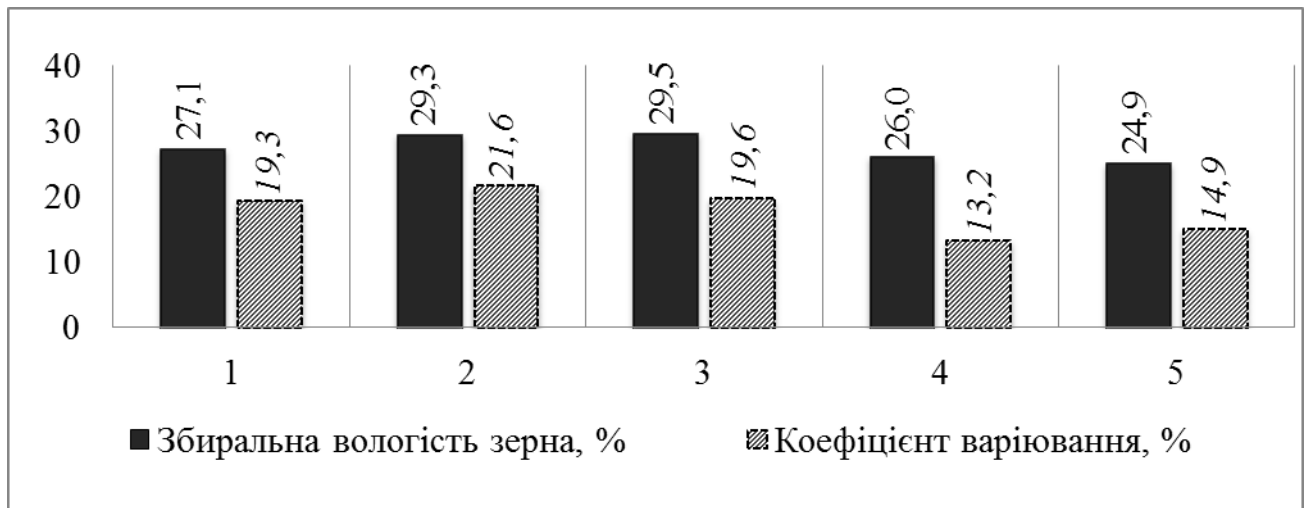


Рисунок 3.7. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида

Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу, (2006–2008 рр.), %:

1 – П7С×П26СBalal(контроль); 2 – П7зС×П26СBalal;

3 – П7зCVg1Vg1×П26СBalal; 4 – П7зCalal1×П26СBalal;

5 – П7зCACR×П26СВСІСІ

Аналіз середніх даних дає можливість встановити генотип, який має тенденцію до збільшення або зменшення вологості зерна. За нашими даними,

найвищий відсоток вологості забезпечив аналог П7зCVg1Vg1×П26СВалал, тоді як найнижчий — П7зCACR×П26СВCICI. Слід також зазначити, що саме остання вказана гібридна комбінація як за окремі роки проведення досліджень так і середнім показником характеризувалася тенденцію до прискореної вологовіддачі зерном, що має важливе значення для економічної ефективності її вирощування.

За даними 2006 року збиральна вологість зерна коізогенних аналогів була на рівні контролю, із незначним коефіцієнтом варіювання (табл. 3.7). Однак вологість зерна у аналогів значно перевищувала (на 13,5–17,3 %) показник базової вологості.

Таблиця 3.7

Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в умовах Лісостепу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Урожайність								
	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
П7С×П26СВалал (контроль)	28,8	–	5,8	31,9	–	5,9	20,6	–	5,8
П7зС×П26СВалал	31,1	+2,3	5,6	35,4*	+3,5	4,7	21,4	+0,8	4,5
П7зCVg1Vg1×П26СВалал	31,3	+2,5	6,9	34,8	+2,9	6,5	22,4*	+1,8	0,9
П7зСалал×П26СВалал	27,5	-1,3	4,3	28,7	-3,2	6,2	21,7	+1,1	1,4
П7зCACR×П26СВCICI	26,3	-2,5	6,4	28,1*	-3,8	3,7	20,2	-0,4	1,3
НІР ₀₅	3,1			3,5			1,3		

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

V – коефіцієнт варіювання, %.

При вирощуванні коізогенних аналогів трилінійного гібрида у 2007 році істотне підвищення вологості (3,5 %) мав аналог П7зС×П26СВалал, тоді як зниження даного показника на 3,8 % до контролю було у гібридній комбінації П7зCACR×П26СВCICI.

Вологість зерна коізогенних аналогів у 2008 році була нижчою ніж у 2007 році, а істотне підвищення на 1,8 % мав аналог з материнською лінією функціонального типу стерильності $P73CVg1Vg1 \times P26CBalal$. Варіювання даної ознаки у 2007 та 2008 роках було незначним.

У посушливих умовах Степу в коізогенних аналогів гібрида Гран-6 спостерігалось збільшення збиральної вологості зерна порівнянно з контролем (рис. 3.8).

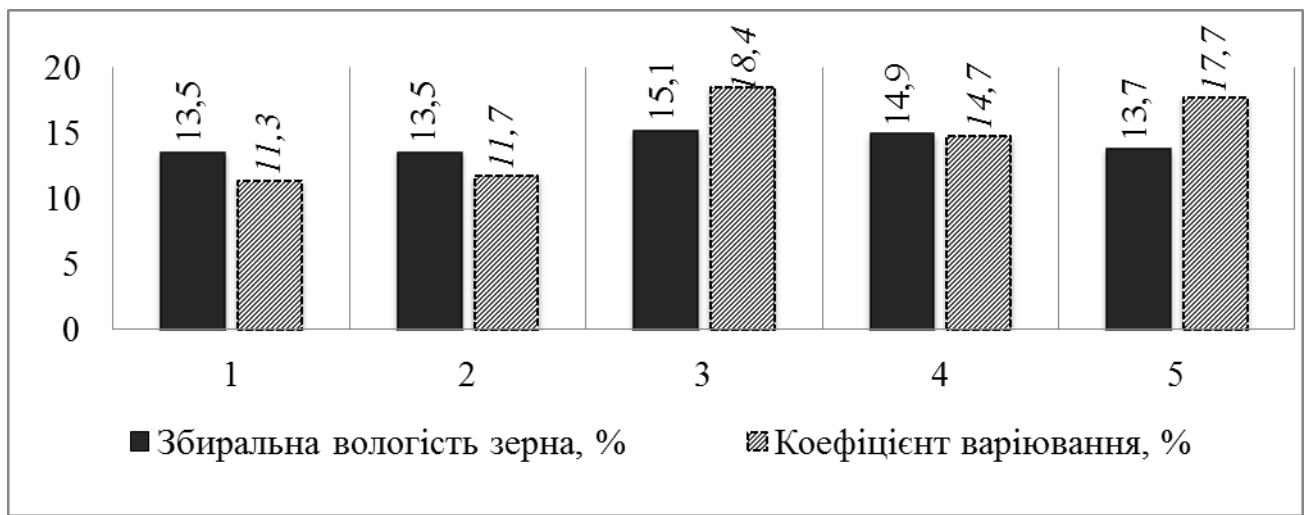


Рисунок 3.8. Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида

Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу (2006–2008 рр.), %:

1 – $P73 \times P26CBalal$ (контроль); 2 – $P73C \times P26CBalal$;

3 – $P73CVg1Vg1 \times P26CBalal$; 4 – $P73Calal \times P26CBalal$;

5 – $P73CACR \times P26CBICI$

Одна з гібридних комбінацій $P73CVg1Vg1 \times P26CBalal$ з материнською лінією фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності у досліді мала збиральну вологість зерна на рівні 15 %, дещо їй поступалася гібридна форма з цією ж материнською лінією і генетичним маркером *al*, що перевищили дані контрольного варіанту і базової (14 %) вологості зерна (додаток Б.1).

Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів у 2006 і 2008 роках підвищилась відповідно на 0,2–1,7 та 0,2–2,4 %, та була в межах помилки досліді (табл. 3.8). Однак, саме у ці роки зерно потребує досушування, так як

перевищує 14 % стандартну вологість. Найвищий частку вологості зерна (16,7 і 16,8 %) забезпечили гібридні форми П7зCVg1Vg1×П26CBalal П7зCalal×П26CBalal.

За результатами 2007 року істотне підвищення вологості (0,7 %) мав аналог з материнською лінією функціонального типу стерильності П7зCVg1Vg1×П26CBalal, тоді як зниження (0,8 %) спостерігалось у гібридної форми з материнським компонентом фертильним закріплювачем парагвайського типу стерильності з генетичними маркерами ACR П7зCACR×П26CBICI. Варіювання ознаки у досліді було незначним.

Таблиця 3.8

Збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Збиральна вологість зерна								
	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %	%	± до контролю	V, %
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
П7С×П26CBalal (контроль)	14,4	–	11,0	11,8	–	1,3	14,4	–	4,2
П7зС×П26CBalal	14,3	-0,1	6,0	11,5	-0,3	3,8	14,6	+0,2	2,4
П7зCVg1Vg1×П26CBalal	16,1*	+1,7	11,4	12,5*	+0,7	5,6	16,8	+2,4	19,8
П7зCalal×П26CBalal	15,7	+1,3	3,9	12,2	+0,4	6,0	16,7	+2,3	7,8
П7зCACR×П26CBICI	14,6	+0,2	9,6	11,0*	-0,8	3,2	15,5	+1,1	14,0
НІР ₀₅	2,4			0,7			3,0		

Примітка: * – істотно на рівні $P>0,05$;
V – коефіцієнт варіювання, %.

При цьому необхідно зазначити, що у 2007 році в агрокліматичних умовах Степу істотне зниження вологості зерна під час збирання мала гібридна комбінація П7зCACR×П26CBICI з фертильною материнською лінією закріплювачем парагвайського типу стерильності з генетичними маркерами ACR.

Отримані результати досліджень в умовах Лісостепу і Степу підтверджують можливість використання для контролю гібридності насіння генетичного маркера забарвлення зернівки *a2* без істотного підвищення його вологості, окрім аналога ПЗзMVg1Vg1a2a×П5CVCICI з материнською лінією функціонального типу стерильності (в агрокліматичних умовах Лісостепу). Натомість використання гібридної комбінації з материнською лінією молдавського типу стерильності і генетичним маркером *a1* у обох батьківських лініях (ПЗMalal×П5MBalal), як в середньому, так і за окремими роками проведення досліджень сприяло істотному збільшенню вологості зерна. Використання для отримання гібридного насіння материнського компоненту фертильного закріплювача парагвайського типу стерильності з тим же маркером у обох батьківських компонентах не призвело до суттєвого підвищення вологості зерна.

З'ясовано, що використання у насінництві фертильних материнських ліній закріплювач молдавського і парагвайського типів стерильності з домінантними генетичними маркерами *ACR*, а батьківських — з генами відновлення фертильності і маркерами *P-RR* і *CI* можливе без побоювань, щодо підвищення вологості зерна.

Встановлено, що використання генетичної системи на основі генів *ms5* і *ms13* ядерного типу стерильності за наявності генетичного маркера *a2* не викликає підвищення збиральної вологості зерна.

3.3. Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978

Основними складовими елементами продуктивності кукурудзи, які впливають на формування врожайності та швидкості втрати вологи зерном є морфометричні ознаки: довжина та діаметр качана і стрижня, кількість рядів зерен і кількість зерен у ряду [110].

На думку Н. С. Агафонова і Е. А. Торопа вірним є ствердження: «Элементы структуры урожая — ведущие, а условия внешней среды —

направляющие факторы в формировании высоких и устойчивых урожаев культуры и сорта с единицы площади» [215]. Отже, для селекціонера повне встановлення і розкриття генетичних можливостей гібридів кукурудзи відбувається як за сприятливих погодних умов, так і за їх екстремальних показників.

За час проведення досліджень в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу встановлено, що врожайність, вологість зерна під час збирання і елементи структури продуктивності залежали від умов вирощування більше, ніж від генотипу коізогенних аналогів.

У наших дослідженнях в агрокліматичних умовах Лісостепу за середніми даними істотне збільшення довжини качана і стрижня, відповідно на 1,7 і 1,4 см та 2,5 і 1,9 см (додаток Б.2), забезпечили два коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 ПЗ*Malal*×П5М*Balal* з материнською лінією молдавського типу стерильності і генетичним маркером *al* у обох батьківських компонентах і ПЗзMACR×П5МBP-RR з материнським компонентом фертильний закріплювач того ж типу стерильності і домінантними генетичними маркерами *ACR*, батьківський — з генами відновлення стерильності і маркером *P-RR* (табл. 3.9). Обидві вказані гібридні комбінації мали незначне варіювання за обома показниками (додаток Б.3). У більшості інших аналогів довжина стрижня зменшилася, а довжина качана збільшилася в межах контролю.

У перший рік проведення дослідження істотне збільшення довжини качана і стрижня забезпечила гібридна комбінація ПЗзMACR×П5МBP-RR (17,4 та 18,9 см), та лише збільшення довжини качана мала гібридна форма ПЗ*Malal*×П5М*Balal* (16,6 см). За даними 2007 року довжина качана у коізогенних аналогів змінювалася не істотно від 14,8 до 16,9 см (додаток Б.4) із кількості опадів у цей період 142,5 мм, при середньобагаторічних даних 102 мм (температурі повітря від 21,1 °С у серпні місяці до 21,6 °С — у вересні) (див. табл. 2.1). У 2008 році вона становила від 10,7 до 14,9 см із кількістю опадів 72, при середньобагаторічній нормі 146 мм (температурі

повітря від 21,4 °С у серпня місяці до 14,8 °С у вересні). На третій рік проведення дослідження суттєве збільшення показників забезпечили аналоги ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI, ПЗMalal×П5MBalal і ПЗзMACR×П5MBP-RR. Коефіцієнт варіювання у виділених гібридних комбінаціях був незначним, що вказує на вирівняність генотипів (додаток Б.5).

Таблиця 3.9

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида
Піонер-Гран 3978 в умовах Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Довжина, см		Діаметр, см		Кількість, шт.		Маса 1000 зерен, г
		качана	стрижня	качана	стрижня	рядів зерен	зерен в ряду	
ПЗCa2a2×П5CVCICI(контроль)		13,9	15,9	4,0	2,2	16,2	32,5	230,8
ПЗC×П5CVCICI		14,7	16,1	4,0	2,1	16,7	35,5*	196,2*
ПЗзCa2a2×П5CVCICI		13,7	15,6	4,1	2,2	16,4	32,5	190,4*
ПЗзМ×П5CVCICI		14,1	15,7	3,9	1,9	18,4*	36,1*	158,9*
ПЗMa2a2×П5CVCICI		14,4	15,9	4,1	2,1	16,9*	33,3	209,3*
ПЗзMa2a2×П5CVCICI		14,3	15,8	4,1	2,0	17,9*	34,9*	204,3*
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI		13,3	14,7*	4,0	2,0	17,6*	33,3	195,4*
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI		15,1*	16,7	4,1	2,1	16,5	35,1*	216,2
ПЗMalal×П5MBalal		15,6*	17,3*	4,2	2,2	16,6	35,7*	233,7
ПЗзMACR×П5MBP-RR		16,4*	17,8*	4,1	2,1	15,8	39,4*	223,6
НІР ₀₅	фактор А (середовище)	0,5	0,5	0,1	0,1	0,3	1,3	10,4
	фактор В (генотип)	0,9	1,0	0,1	0,1	0,6	2,3	19,0
	фактор АВ (взаємодія)	1,5	1,7	0,2	0,2	1,0	4,0	32,9

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

Така різниця експериментальних даних за роки проведення досліджень обумовлена високими температурами повітря у період формування і наливу зерна.

Діаметр качана — найбільш важливий елемент продуктивності гібридів. Разом з показником діаметр стрижня може мати важливе значення для визначення швидкості дозрівання.

Однак, за даними діаметра качана, коізогенні аналоги різниці не мали, крім істотного збільшення показника у гібридної комбінації ПЗМ $a1a1$ ×П5МВ $a1a1$ (4,2 см). Суттєве зменшення діаметра стрижня мали гібридні форми ПЗзМ×П5СВ $C1C1$ з материнською лінією фертильний закріплювач молдавського типу стерильності (1,9 см) і ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $C1C1$ та ж материнська лінія з генетичним маркером $a2$ (2,0 см) із середнім коефіцієнтом варіювання, а також істотному ПЗзМ $Vg1Vg1a2a2$ ×П5СВ $C1C1$ з материнською лінією функціонального типу стерильності і тим же маркером (2,0 см) та незначним варіюванням ознак.

Залежно від зміни погодних умов змінювалися діаметри качана і стрижня. За даними 2006 року вони становили відповідно 4,3–4,5 та 2,1–2,3 см. Суттєве зменшенням діаметра стрижня мали гібридні форми ПЗзМ×П5СВ $C1C1$ і ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $C1C1$. Так, у 2007 році їх показники становили відповідно 4,0–4,3 та 2,0–2,3 см, із суттєвим зменшенням діаметра стрижня у аналогів ПЗзМ×П5СВ $C1C1$, ПЗзМ $Vg1Vg1a2a2$ ×П5СВ $C1C1$ та ПЗзМ ACR ×П5МВ $P-RR$. Вже у 2008 році ці ж показники були в межах 3,6–3,9 та 1,7–2,1 см, із істотним зменшенням діаметра стрижня у гібридних форм ПЗзМ×П5СВ $C1C1$ та ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $C1C1$. Однак, коефіцієнт варіювання у коізогенних аналогів був незначним упродовж усіх років досліджень.

За кількістю рядів зерен у коізогенних аналогів спостерігалася тенденція до збільшення показника. Істотну різницю забезпечили аналоги ПЗзМ×П5СВ $C1C1$, ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $C1C1$ з материнськими лініями фертильний закріплювач молдавського та ПЗзМ $Vg1Vg1a2a2$ ×П5СВ $C1C1$ функціонального та ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $C1C1$ молдавського типів стерильності за наявності у їх генотипі генетичного маркера $a2$ і його відсутності, із середніми показниками 18,4, 17,9, 17,6 і 16,9 шт. та високим рівнем вирівняності генотипу за даним показником (додаток Б.2).

Упродовж 2006 року проведення дослідження у коізогенних аналогів кількість рядів зерен збільшилась відносно контролю. Істотною ця різниця була у гібридних форм $P3zM \times P5CBICI$, $P3zMa2a2 \times P5CBICI$ і $P3zMVg1Vgla2a2 \times P5CBICI$ (від 16,8 до 19,5 шт.). У 2007 році більшість аналогів забезпечили збільшення кількості рядів зерен від 14,9 до 17,9 штук. Істотне збільшення мали гібридні форми $P3C \times P5CBICI$, $P3zM \times P5CBICI$, $P3zMa2a2 \times P5CBICI$, $P3zMa2a2 \times P5CBICI$ і $P3zMVg1Vgla2a2 \times P5CBICI$ та гібридна комбінація $P3Malal \times P5MBalal$. За даними 2008 року кількість рядів зерен становила від 14,9 до 17,8 шт., як і у попередньому році. Істотне збільшення показника забезпечили ті ж самі гібридні форми що і у 2007 році, крім комбінацій $P3Ma2a2 \times P5CBICI$, $P3zMVg1Vgla2a2 \times P5CBICI$ і $P3Malal \times P5MBalal$, у двох з яких показник дещо зменшився відносно контролю. Гібридні комбінації за даною ознакою мали незначне варіювання.

За кількістю зерен у ряду, як і за попереднім показником, аналоги мали тенденцію збільшення показника значення ознаки. Суттєву різницю забезпечили два досліджувані аналоги $P3zM \times P5CBICI$ і $P3zMACR \times P5MBP-RR$ (материнські лінії яких фертильний закріплювач того ж типу стерильності та генетичними маркерами ACR і без них) відповідно 36,1–39,4 штуки. Ці ж аналоги мали коефіцієнти варіювання ознаки 10,5 і 7,3 %, відповідно (додаток Б.3).

Вивчаючи зміну показника кількість зерен в ряду за роками, відмічаємо його збільшення у аналогів від 34,6 до 41,9 штук у 2006, та від 35,8 до 39,8 шт. у 2007 і від 28,7 до 36,5 шт. у 2008 роках (додаток Б.4). За три роки досліджень достовірне максимальне збільшення значення забезпечила гібридна комбінація $P3zMACR \times P5MBP-RR$, тоді як коізогенний аналог $P3zM \times P5CBICI$ лише у 2006 та гібридні форми $P3C \times P5CBICI$, $P3zCa2a2 \times P5CBICI$ у 2007 роках.

Одним із важливих складових елементів продуктивності є маса 1000 зерен. Як свідчать дані таблиці 3.9 маса 1000 зерен у коізогенних аналогів простого гібрида зменшилася на 7,2–71,9 до контролю. Істотне зменшення

показника від 26,5 до 71,9 г мали гібридні форми: ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗС×П5CVCICI, ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI, ПЗзCa2a2×П5CVCICI і ПЗзМ×П5CVCICI. Серед них перші три характеризувалися середнім варіюванням ознаки, останні дві — незначним. Слід зазначити, що максимально суттєве зменшення маси 1000 зерен мав аналог ПЗзМ×П5CVCICI — 158,9 г. Проте, необхідно вказати, що три коізогенні аналоги ПЗзMalal×П5MBalal, ПЗзMACR×П5MBP-RR і ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI, що характеризуються високою врожайністю серед досліджуваних форм, мали масу 1000 зерен на рівні контролю. Перші два з яких мали середнє і остання — незначне варіювання ознак.

Тенденція щодо зменшення маси 1000 зерен спостерігалася впродовж обох років дослідження. Так у 2006 і 2007 роках цей показник у аналогів був відповідно у межах від 168,8 до 248,2 і від 161,3 до 232,7 г, тоді як контроль мав 245,1 та 240,7 г. Істотною різниця була у гібридних форм ПЗС×П5CVCICI, ПЗзCa2a2×П5CVCICI, ПЗзМ×П5CVCICI та ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI.

За даними досліджень 2008 року маса 1000 зерен в аналогів була в межах від 146,7 до 203,3 г., на контролі 206,7 г. Суттєве зменшення маси 1000 зерен забезпечили аналоги ПЗС×П5CVCICI, ПЗзМ×П5CVCICI ПЗзMa2a2×П5CVCICI і ПЗзMalal×П5MBalal.

Аналіз даних елементів структури продуктивності свідчить, що підвищення зернової продуктивності на 1,0, 1,5 та 2,1 т/га у гібридних комбінацій ПЗзMalal×П5MBalal ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI і ПЗзMACR×П5MBP-RR відбулося за рахунок збільшення довжини качана і кількості зерен у ряду.

За вирощуванні досліджуваних аналогів в агрокліматичних умовах Степу встановлено збільшення довжини стрижня і качана (табл. 3.10). Істотну перевагу за довжиною стрижня (0,6 і 1,6 см) забезпечили гібридні комбінації ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI, ПЗзMalal×П5MBalal і ПЗзMACR×П5MBP-RR, тоді як за довжиною качана

останні три з вказаних комбінацій (додаток Б.6). Коефіцієнт варіювання у досліджуваних аналогів за довжиною качана і стрижня був незначним, що свідчить про генетичну вирівняність зразків (додаток Б.7).

За даними отриманими у 2006 році довжина качана і стрижня істотно збільшилася у гібридній форми ПЗзMACR×П5MBP-RR, та збільшення довжини стрижня у гібридній комбінації ПЗMalal×П5MBalal.

Таблиця 3.10

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида
Піонер-Гран 3978 в умовах Степу, середнє за 2006-2008 рр.**

Гібридна комбінація		Довжина, см		Діаметр, см		Кількість, шт.		Маса 1000 зерен, г
		качана	стрижня	качана	стрижня	рядів зерен	зерен в ряду	
ПЗCa2a2×П5CVCICI(контроль)		17,6	18,6	4,2	2,2	16,2	40,0	251,4
ПЗC×П5CVCICI		17,7	18,8	4,4	2,3	17,4*	43,0	226,9*
ПЗзCa2a2×П5CVCICI		17,7	19,0	4,4	2,4	16,7	40,9	263,0
ПЗзМ×П5CVCICI		18,0	19,1	4,4	2,2	18,5*	43,4*	229,1*
ПЗMa2a2×П5CVCICI		17,9	19,2*	4,5	2,4	18,3*	40,9	246,3
ПЗзMa2a2×П5CVCICI		17,9	18,9	4,6	2,4	17,8*	42,5*	254,4
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI		16,8*	18,1	4,4	2,2	18,1*	39,9	236,7*
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI		18,1	19,2*	4,3	2,3	16,7	42,8*	265,6
ПЗMalal×П5MBalal		18,4*	19,6*	4,5	2,4	17,3*	40,4	264,7
ПЗзMACR×П5MBP-RR		19,3*	20,2	4,5	2,4	17,1*	43,6*	257,1
НР ₀₅	фактор А (середовище)	0,4	0,3	0,1	0	0,4	0,9	7,8
	фактор В (генотип)	0,6	0,6	0,1	0,1	0,8	1,6	14,3
	фактор АВ(взаємодія)	1,1	1,0	0,2	0,1	1,4	2,7	24,7

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

За даними 2007 року довжина качана у більшості аналогів змінювалася не істотно (додаток Б.8), із кількістю опадів у цей період 41,7, а за середньобогаторічними даними 45,3 мм (температурі повітря 25,2 °С у липні і

25,5 °C у серпні) (див. табл. 2.2). Та лише у коізогного аналога ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI з материнською лінією функціонального типу стерильності з генетичним маркером *a2* спостерігалось істотне зменшення довжини качана і стрижня відповідно на 1,0 та 1,5 см.

У 2008 році довжина качана у коізогенних аналогів була в межах від 16,4 до 19,3 см із кількістю опадів 137,6 мм (температурі повітря у липні 22,8°C до 24,3°C у серпні). У цей рік суттєве збільшення ознак серед аналогів мала гібридна комбінація ПЗзMACR×П5MBP-RR (із довжиною качана 19,3 і стрижня 20,0 см).

Діаметр качана, як і діаметр стрижня, за середніми даними у аналогів збільшився. Істотну перевагу за діаметром качана мали гібридні форми на фертильній основі з материнськими лініями молдавського типу стерильності: ПЗзMa2a2×П5CVCICI з генетичним маркером *a2* і ПЗзMACR×П5MBP-RR, ця ж лінія з генетичними маркерами *ACR*; на стерильній основі аналоги: ПЗзMa2a2×П5CVCICI з маркером *a2* і ПЗзMalal×П5MBalal і маркером *a1* (у обох батьківських компонентах).

За діаметром стрижня достовірне збільшення показника спостерігали у п'яти аналогів ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMACR×П5MBP-RR і ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMalal×П5MBalal та ПЗзCa2a2×П5CVCICI. Коефіцієнт варіювання даних показників у коізогенних аналогів був незначним, окрім, гібридних комбінацій ПЗзМ×П5CVCICI, ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI і ПЗзMalal×П5MBalal, які мали середнє значення.

Діаметр качана і стрижня в агрокліматичних умовах Степу був більший ніж за вирощування їх в умовах Лісостепу. Так за даними 2006 року вони були 4,5–4,8 та 2,4–2,5 см відповідно. Суттєвим збільшенням діаметра качана характеризувалися шість гібридних форм ПЗзCa2a2×П5CVCICI, ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI, ПЗзMalal×П5MBalal та ПЗзMACR×П5MBP-RR. У 2007 році ці показники становили відповідно 4,2–4,5 та 2,4–2,5 см, тоді як суттєве збільшення

діаметра качана мав аналог ПЗМ $alal$ ×П5МВ $alal$ (додаток Б.8*). У 2008 році ці ж показники були 4,1–4,5 та 1,9–2,1 см, за істотного збільшення діаметра качана і стрижня у гібридних форм ПЗМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$, ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$ та ПЗзМ ACR ×П5МВ $P-RR$.

За кількістю рядів зерен, як і в умовах Лісостепу, спостерігалася тенденція до збільшення даного показника. Істотну різницю забезпечили аналог ПЗС×П5СВ $CICI$ з материнською лінією парагвайського типу стерильності, та гібридні форми: ПЗзМ $Vg1Vgla2a2$ ×П5СВ $CICI$ з материнською формою функціонального, ПЗМ $alal$ ×П5МВ $alal$ і ПЗМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$ материнські лінії молдавського типів стерильності з маркерами $a1$ і $a2$, а також ПЗзМ×П5СВ $CICI$, ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$ і ПЗзМ ACR ×П5МВ $P-RR$ материнські компоненти яких фертильний закріплювач того ж типу стерильності з маркерами $a2$ і ACR та без них. Незначний коефіцієнт варіювання за цим показником тільки підтверджує вирівняність даних генотипів (додаток Б.9).

За дослідженнями проведеними у 2006 році кількість рядів зерен у аналогів була в межах від 17,5 до 19,6 штук. Та істотну різницю забезпечили чотири аналоги (ПЗзМ×П5СВ $CICI$, ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$, ПЗМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$ і ПЗзМ $Vg1Vgla2a2$ ×П5СВ $CICI$). У 2007 році у аналогів також спостерігалася збільшення показника від 16,2 до 18,0 шт. рядів. Однак, істотною ця різниця була у гібридних форм на стерильній основі ПЗС×П5СВ $CICI$ — парагвайського, ПЗМ $alal$ ×П5МВ $alal$, ПЗМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$ — молдавського та ПЗзМ $Vg1Vgla2a2$ ×П5СВ $CICI$ — функціонального типів стерильності і аналог ПЗзМ×П5СВ $CICI$ — на фертильній основі молдавського типу стерильності. За даними досліджень 2008 року кількість рядів зерен становила від 15,6 до 17,7 штук. три з вище вказаних аналогів ПЗМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$, ПЗзМ $a2a2$ ×П5СВ $CICI$ і ПЗзМ $Vg1Vgla2a2$ ×П5СВ $CICI$ і в цьому році підтвердили істотне збільшення кількості рядів зерен на качані.

За кількістю зерен у ряду в аналогів також спостерігалось збільшення, як і за попереднім показником. Однак, суттєвою різницею характеризувалися аналоги один на стерильній основі ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI — ядерного, та три на фертильній основі молдавського — ПЗзМ×П5CVCICI, ПЗзMa2a2×П5CVCICI і ПЗзMACR×П5MBP-RR типів стерильності, що підтверджується незначним коефіцієнтом варіювання.

Досліджуючи зміну ознаки кількості зерен в ряду за роками встановлено, що за даними досліджень у 2006 році цей показник був у межах від 42,4 до 46,3 зерен в ряду, у 2007 — від 37,2 до 43,2, а вже у 2008 — від 38,4 до 45,0 зерен у ряду. Достовірне збільшення у перший рік дослідження мали гібридні форми ПЗС×П5CVCICI, ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI та ПЗзMACR×П5CVCICI, у другий — лише ПЗС×П5CVCICI, тоді як у третій — ПЗС×П5CVCICI ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMa2a2×П5CVCICI, ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI і ПЗзMACR×П5MBP-RR.

Маса 1000 зерен у коізогенних аналогів була в межах від 226,9 до 265,6 г, до маси контролю — 251,4 г. Максимально істотне зменшення (на 24,5, 22,3 та 14,7 г) значення даної ознаки мали гібридні форми ПЗС×П5CVCICI і ПЗзМ×П5CVCICI материнські лінії яких парагвайського і фертильний закріплювач молдавського ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI функціонального типів стерильності.

В агрокліматичних умовах Степу маса 1000 зерен у коізогенних аналогів значно коливалася. У 2006 році проведення дослідження вона становила від 240,9 до 282,0, у 2007 — від 234,3 до 263,0, а вже у 2008 — від 209,7 до 263,3 г, із відповідним зменшенням даних контролю за роками 266,7, 258,3 та 228,3 г. Істотне зменшення показника мали два аналоги ПЗС×П5CVCICI і ПЗзМ×П5CVCICI у 2006 році, та у 2007 році їх доповнила гібридна форма ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI. Даними отриманими у 2008 році не було виявлено суттєвої різниці.

Слід зазначити, що в агрокліматичних умовах Степу варіювання показників у більшості коізогенних аналогів, як в середньому так і за роками досліджень було незначним, що вказує на вирівняність генотипів.

При вирощуванні коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 було зафіксовано довжину стрижня від 17,5 до 19,3 см тоді як довжина качана становила від 16,1 до 18,1 см (табл. 3.11). Серед досліджуваних аналогів істотне зменшення даних показників на 1,3 та 1,1 см мав аналог П7зCVg1Vg1×П26CBalal з материнською лінією функціонального типу стерильності (додаток Б.10). Варіювання показників у досліді, як в середньому так і за роками досліджень, було незначним (додаток Б.11).

Таблиця 3.11

Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація		Довжина, см		Діаметр, см		Кількість, шт.		Маса 1000 зерен, г
		качана	стрижня	качана	стрижня	рядів зерен	зерен в ряду	
П7С×П26CBalal (контроль)		17,4	18,6	3,8	2,0	12,9	38,8	234,4
П7зС×П26CBalal		17,6	19,0	4,1	2,2	13,8*	40,1	285,5*
П7зCVg1Vg1×П26CBalal		16,1*	17,5*	4,0	2,1	13,3	38,8	235,3
П7зCalal×П26CBalal		18,1*	19,4*	4,1	2,2	14,0*	40,5*	260,7*
П7зCACR×П26CBICI		18,0*	19,3*	4,0	2,2	13,9*	40,1	252,0
НР ₀₅	фактор А (середовище)	0,5	0,5	0,1	0,2	0,4	1,1	12,0
	фактор В (генотип)	0,6	0,7	0,2	0,2	0,5	1,4	15,5
	фактор АВ(взаємодія)	1,0	1,2	0,3	0,1	0,8	2,5	26,9

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

В агрокліматичних умовах 2006 року довжина качана і стрижня була від 17,1 до 19,1 та від 18,6 до 20,6 см, у 2007 році вона становила від 16,0 до 18,2 та від 17,2 до 19,9 см, а у 2008 році — від 15,2 до 17,3 та від 16,6 до 18,1 см відповідно (додаток Б.12). Істотне збільшення обох показників у

перші два роки вирощування мала гібридна форма $P7zCVg1Vg1 \times P26CBalal$, а на третій — гібридна комбінація $P7zCalal \times P26CBalal$, із незначним коефіцієнтом варіювання ознак (додаток Б.13).

Діаметр качана і стрижня у аналогів збільшився. Істотне збільшення діаметра качана забезпечили гібридна комбінація $P7zCalal \times P26CBalal$ з материнською лінією фертильний закріплювач стерильності парагвайського типу стерильності з маркером *al* у обох батьківських компонентах та коізогенний аналог $P7zC \times P26CBalal$ з материнською лінією фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності. За діаметром стрижня істотну перевагу до контролю, крім вище вказаних комбінацій мала ще гібридна форма $P7zCACR \times P26CBICI$ з материнською лінією того ж типу стерильності і за наявності в генотипі домінантних генетичних маркерів *ACR*.

У дослідженнях 2006 року розміри діаметр качана і стрижня становили 4,2–4,4 та 2,0–2,2, у 2007 році вони були 3,9–4,1 та 2,0–2,2, тоді як у 2008 — 3,8–3,9 та 2,0–2,1 см. У перший рік дослідження істотну збільшення обох показників мав аналог $P7zCalal \times P26CBalal$, у другий — $P7zC \times P26CBalal$, а у третій — $P7zCVg1Vg1 \times P26CBalal$ і $P7zCalal \times P26CBalal$, із незначним варіюванням в усі роки проведення досліджень.

Кількості рядів зерен у, в середньому за два роки, достовірно збільшилася на 0,9, 1,0 та 1,1 см у аналогів $P7zC \times P26CBalal$, $P7zCACR \times P26CBICI$ і $P7zCalal \times P26CBalal$.

За даними отриманими впродовж 2006–2008 років кількість рядів зерен в аналогів збільшилась. Однак, істотною ця різниця була у гібридних форм $P7zC \times P26CBalal$, $P7zCalal \times P26CBalal$ і $P7zCACR \times P26CBICI$ за 2006 та 2007 роки. Про стабільність генотипу свідчить коефіцієнт варіювання, який мав значення від 1,4 до 2,8 у 2006 та від 2,3 до 4,7 % у 2007 роках.

За кількістю зерен у ряду коізогенні аналоги за середніми даними відповідали рівню контролю. Істотну перевагу мала тільки одна гібридна

форма $P7zCalal \times P26CBalal$. Коефіцієнт варіювання у коізогенних аналогів був незначним, що свідчить про вирівняність генотипу.

У період проведення досліджень кількість зерен у ряду збільшилась у більшості досліджуваних форм. У 2006 році вона становила від 41,2 до 43,0, у 2007 – від 38,1 до 40,3, а у 2008 — від 37,2 до 39,8 зерен. Однак, тільки гібридна комбінація $P7zCalal \times P26CBalal$ з материнською лінією парагвайського типу стерильності і генетичним маркером *al* у обох батьківських компонентах у 2008 році забезпечила істотне збільшення даного показника (на 3,5 шт.).

Аналізуючи середні дані маси 1000 зерен у коізогенних аналогів було встановлено її збільшення від 0,9 до 51,1 г. Істотну різницю забезпечили гібридні форми $P7zC \times P26CBalal$, $P7zCalal \times P26CBalal$ і $P7zCACR \times P26CBICI$. Коефіцієнт варіювання у першої і третьої форми мав середній характер, тоді як другої — незначним.

За даними 2006 року маса 1000 зерен у аналогів становила від 249,9 до 276,9 г. Істотне збільшення показника мали $P7zC \times P26CBalal$ і $P7zCalal \times P26CBalal$. У 2007 році вона була від 235,0 до 318,3 г., з істотною перевагою над контролем у 67,3 г. гібридної форми $P7zC \times P26CBalal$. Вже у 2008 році значення показника було в межах від 215,7 до 253,3 г. Проте, істотною різницею характеризувалися три аналоги $P7zC \times P26CBalal$, $P7zCalal \times P26CBalal$ і $P7zCACR \times P26CBICI$. Отже стабільне збільшення маси 1000 зерен мала гібридна форма $P7zC \times P26CBalal$ як у середньому так і за кожен рік проведення досліджень.

За даними, отриманими в агрокліматичних умовах Степу довжина качана і стрижня у аналогів зменшилася до рівня контролю. Довжина качана у аналогів була в межах від 20,3 до 20,7 см при показниках контролю 221,9 см, а стрижня — від 21,4 до 22,3 см (у контрольному варіанті 23,0 см.) (табл. 3.12). Суттєве зменшення довжини качана мали всі коізогенні аналоги, тоді як зменшенням довжини стрижня характеризувались дві гібридні комбінації $P7zCACR \times P26CBICI$ і $P7zCVg1Vg1 \times P26CBalal$ (додаток Б.14).

Проте, із перерахованих форм лише гібридна комбінація П7з*Calal*×П26С*Balal* за показником довжини качана мала середнє варіювання, що вказує на генетичну їх різноманітність (додаток Б.15).

За даними 2006 року довжина качана і стрижня зменшилась відносно контролю, і була в межах від 21,5 до 22,0 та від 22,7 до 23,8 см відповідно. Найменше істотне значення довжини качана (на 1,7 см) мала гібридна комбінація П7зС*ACR*×П26С*BCICI* (додаток Б.16). Нестача опадів у 2007 та 2008 роках призвела до зменшення довжини качана і стрижня порівняно з даними гібрида Гран-6. Так довжина качана у 2007 році була в межах від 19,7 до 21,4 см, а у 2008 — від 18,2 до 20,2 см. Істотне зменшення довжини качана у 2006 році мала одна гібридна комбінація П7зС*ACR*×П26С*BCICI*, тоді як у 2008 році їх перелік поповнили ще дві форми П7зС×П26С*Balal* і П7з*Calal*×П26С*Balal*.

Таблиця 3.12

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида
Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу, середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Довжина, см		Діаметр, см		Кількість, шт.		Маса 1000 зерен, г
		качана	стрижня	качана	стрижня	рядів зерен	зерен в ряду	
П7С×П26С <i>Balal</i> (контроль)		21,9	23,0	4,2	2,3	13,2	44,9	276,4
П7зС×П26С <i>Balal</i>		20,7*	22,3	4,1	2,2	13,6	43,9	267,3
П7зС <i>Vg1Vg1</i> ×П26С <i>Balal</i>		20,6*	21,7*	4,2	2,1	13,6	46,3	278,8
П7з <i>Calal</i> ×П26С <i>Balal</i>		20,4*	22,4	4,2	2,3	14,0*	42,8	269,5
П7зС <i>ACR</i> ×П26С <i>BCICI</i>		20,3*	21,4*	4,2	2,3	14,3*	41,5	272,4
НІР ₀₅	фактор А (середовище)	0,7	0,7	0,1	0	0,5	1,9	11,9
	фактор В (генотип)	0,9	0,9	0,1	0,1	0,6	2,4	15,4
	фактор АВ(взаємодія	1,5	1,5	0,2	0,1	1,0	4,2	26,7

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

Діаметр качана і стрижня у досліджуваних форм істотно не змінювався. Варіювання за показником діаметр качана було незначним, а за діаметром стрижня — середнім (додаток Б.17).

За кількістю рядів зерен у качані в аналогів спостерігалось збільшення даного показника. Однак, істотну перевагу над контролем забезпечили дві гібридні комбінації П7з*Calal*×П26С*Balal* і П7з*CACR*×П26С*BCICI*. У погодних умовах 2006 року кількість рядів зерен у аналогів становила від 14,4 до 15,2 штуки. За даними 2007 і 2008 років кількість рядів зерен у аналогів становила від 13,3 до 14,2 шт і від 12,5 до 14,0 шт. відповідно. Істотним збільшенням кількості рядів зерен характеризувалася гібридна комбінація П7з*CACR*×П26С*BCICI*, як в умовах 2006 так і у 2008 роках, із коефіцієнтом варіювання 2,1 та 6,3 % відповідно.

Подібна ситуація мала місце і при визначенні кількості зерен у ряду. За середніми даними, зменшення їх кількості у аналогів, тобто істотну різницю забезпечила тільки гібридна комбінація П7з*CACR*×П26С*BCICI*. Варіювання у досліді було незначним, і тільки у гібридній формі П7з*Calal*×П26С*Balal* — середнім.

Упродовж кожного року досліджень у більшості аналогів спостерігалось зниження кількості зерен у ряду. Так у 2006 році вона становила від 44,1 до 49,2, у 2007 році — від 42,0 до 43,3, тоді як у 2008 році — від 38,5 до 47,2 г. Жодна з досліджуваних форм не мала істотного збільшення чи зменшення кількості зерен на качані порівняно з контролем.

Маса 1000 зерен у коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 істотно не збільшилася, що підтверджується незначним варіюванням. За даними досліджень у 2006 році вона становило від 283,9 до 2916,1, у 2007 року — збільшилася відносно контролю і становила від 270,0 до 280,3 г., тоді як у 2008 році — від 243,3 до 252,3 г. Істотної різниці у коізогенних аналогів за масою 1000 зерен не встановлено.

Аналіз отриманих даних свідчить, що істотне зменшення показників довжини стрижня і качана в обох зонах проведення досліджень мала гібридна

форма П7зCVg1Vg1×П26CBalal. Стабільне збільшення показників довжини качана і кількості зерен в ряду за даними отриманими в різних ґрунтовокліматичних умовах мала гібридна комбінація П7зCACR×П26CBICI.

Висновки до розділу 3

1. За час проведення досліджень встановлено, що за вирощуванні коізогенних аналогів в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу наявність генетичних маркерів *al*, *a2* і *ACR* у генотипі материнських компонентів і *al*, *CI* і *P-RR* — у батьківських не призвела до зниження врожайності гібридів.

2. Доведено, що в агрокліматичних умовах Лісостепу найвищу врожайність зерна за три роки досліджень (6,8 т/га) мала гібридна комбінація П3зMACR×П5MBP-RR материнська лінія якої фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з генетичними маркерами *ACR*, а батьківська лінія з генами відновлення фертильності і маркером *P-RR*. Дана комбінація мала найвищу врожайність і серед групи коізогенних аналогів на фертильній основі. В агрокліматичних умовах Степу вище вказана гібридна комбінація характеризувалася високою врожайністю, однак з перевагою у 0,4 т/га вищу зернову продуктивність забезпечила гібридна форма П3Ma1al1×П5MBalal1.

3. Виявлено, що в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу у групі гібридів які мають в генотипі материнського компонента генетичний маркер *a2* і у групі стерильних форм (із цим же маркером) найвищу надбавку врожаю забезпечив аналог П3зMa2a2msms×П5CBICI.

4. Доведено, що в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу за вирощування коізогенних аналогів гібрида Гран-6 найвищу врожайність, 7,6 і 8,7 т/га відповідно, мала гібридна комбінація П3зMACR×П5MBP-RR.

5. Виявлено, що поєднанням високої продуктивності та вирівняності генотипа за врожайністю характеризувався коізогенний аналог гібрида Піонер-Гранн 3978 П3зMACR×П5MBP-RR. Однак, за стабільністю прояву

генотипу йому поступилися — ПЗзMVg1Vgla2a×П5СВСІСІ, ПЗзMa2a2msms×П5СВСІСІ.

6. Встановлено, що за вирощування коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 збиральна вологість зерна збільшувалася відносно контролю. В агрокліматичних умовах Лісостепу виявлено істотне збільшення вологості зерна у гібридних форм з материнськими лініями: парагвайського типу стерильності ПЗС×П5СВСІСІ і функціонального типу з генетичним маркером *a2* у генотипі материнського компонента ПЗзMVg1Vgla2a×П5СВСІСІ, та у гібридних комбінацій: з маркером *a1* у обох батьківських компонентах; і за наявності у материнському компоненті маркерів *ACR*, а у батьківському *P-RR* ПЗзMACR×П5MBP-RR. За даними досліджень в агрокліматичних умовах Степу суттєвим підвищенням вологості зерна на момент збирання врожаю характеризувалася гібридна форма ПЗMalal×П5MBalal з маркером *a1* у обох батьківських компонентах, однак, вологість її зерна не перевищує базового значення, а тому вона має право на використання для виробництва гібридного насіння.

7. Визначено, що за роки досліджень стабільне зростання вологості зерна в обох зонах мала гібридна комбінація ПЗMalal×П5MBalal, що може свідчити про генетичний контроль даної ознаки (із середнім коефіцієнтом варіювання).

8. За вирощування коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу лише одна гібридна комбінація, у насінництві якої використовували материнську лінію з маркерами *ACR*, і батьківську — *CI*, мала тенденцію до прискореної вологовіддачі зерном. Встановлено, що за вирощування цього ж аналогів в агрокліматичних умовах Степу збиральна вологість зерна істотно не відрізнялась від контролю.

9. Аналіза отриманих результатів свідчить, що найбільші показники довжини стрижня і качана, а також кількості зерен у ряду мали гібридні комбінації ПЗMalal×П5MBalal і ПЗзMACR×П5MBP-RR в агрокліматичних умовах Лісостепу. Обидві вказані комбінації мала перевагу за тими ж

показниками і в умовах Степу. Гібридні форми ПЗзМ×П5СВСІСІ і ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ, за середніми даними, забезпечили істотне збільшення показника кількість рядів зерен. Зменшення маси 1000 зерен в обох зонах проведення досліджень на 71,9 і 22,3 г мав коізогенний аналог ПЗзМ×П5СВСІСІ з материнською лінією фертильний закріплювач стерильності молдавського типу.

10. Використання ГСКР на основі гена *Vg1* функціонального типу стерильності з маркером *a2* у простого гібрида сприяє зменшенню маси 1000 зерен в агрокліматичних умовах Лісостепу, та збільшенню кількості рядів зерен в умовах Лісостепу і Степу. Ця ж ГСКР без наявності генетичного маркера сприяла лише зменшенню довжини качана і стрижня, і більше ні на які показники не впливала в обох зонах проведення досліджень.

11. Використання генетичної системи контрольованого розмноження на основі генів *ms5* і *ms13* ядерного типу стерильності із маркером *a2* сприяло збільшенню кількості зерен у ряду на качані і то тільки в агрокліматичних умовах Степу.

12. Встановлено, що збільшення врожайності у гібридній комбінації ПЗзМАСР×П5МВР-RR і П7зСАСР×П26СВСІСІ за наявності у генотипах їх материнських компонентів домінантних генетичних маркерів *ACR* відбувалося у першому 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.

Матеріали досліджень цього розділу автором опубліковано в працях [174, 211, 212, 216–228].

РОЗДІЛ 4

АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ І СТАБІЛЬНІСТЬ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Сучасні вимоги виробників кукурудзи щодо якості насіння та його відповідності агроекологічним умовам вирощування потребують широкого набору елементів пристосованості до різних ґрунтово-кліматичних умов [229–231]. Однак, недостатня адаптивність генотипів багатьох високоінтенсивних гібридів призводить до нестабільності їхньої врожайності [232, 233].

Для впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів кукурудзи необхідно провести ідентифікацію генотипів за адаптаційними показниками в конкретних умовах подальшого їх вирощування [234] спираючись на реальну, а не на потенційну врожайність [235].

4.1. Характеристика умов середовища за їх спроможністю диференціювати генотипи

У сучасних умовах ринкової економіки та відповідно з вимогами товаровиробників необхідною умовою широкого використання гетерозисних гібридів кукурудзи є забезпечення їх стабільної врожайності та стійкості до різних стресових умов навколишнього середовища, тобто адаптивної здатності [236].

Вивчаючи адаптивну здатність наших гібридних форм перед нами постало завдання визначити, які з умов випробування є найбільш сприятливими для економного і ефективного насінництва. Основними лімітуючими факторами виступали погодні умови, оскільки, вплив пестицидів, гербіцидів та обробіток ґрунту ми у своїх дослідженнях не вивчали. Однак, вирощуючи гібриди у різних екологічних зонах ми мали можливість дослідити середовище як фон для добору. Оцінку фонів

виросування (різних ґрунтового-кліматичних умов) проводили за методикою А. В. Кільчевського, Л. В. Хотильової [237].

Коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 мали різну норму реакції на умови середовища. Необхідно відмітити, що досліджуваний матеріал (коізогенні аналоги контрольного гібрида) отримували за схрещування спеціально підібраних батьківських пар у кожній зоні досліджень.

У наших дослідженнях для визначення сили впливу умов вирощування на врожайність гібриду ми використовували такий показник, як індекс умов середовища. За даними таблиці 4.1 встановлено, що агрокліматичні умови Степу виявилися більш сприятливими для дослідження аналогів, а особливо у 2008 році за індексом умов середовища 1,82.

Таблиця 4.1

Підбір фону за показниками середовища для коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006-2008 рр.

Рік проведення досліджень	Індекс умов середовища	Варіанса взаємодії генотип× середовище	Диференційована здатність середовища		Коефіцієнт нелінійності
			варіанса	відносна	
агрокліматичні умови Лісостепу					
2006 р.	– 1,08	-0,01	0,43	10,92	1,30
2007 р.	– 0,98	0,05	0,26	9,01	0,78
2008 р.	– 1,35	0,05	0,45	12,73	1,37
агрокліматичні умови Степу					
2006 р.	0,73	-0,02	0,35	7,07	1,37
2007 р.	0,50	0,17	0,35	8,28	1,33
2008 р.	1,82	0,18	0,49	8,34	1,90

Показники варіанси взаємодії генотип×середовище (0,18 у роки досліджень) та диференційованої здатності середовища (0,35 і 0,49) були в

даних умовах вищими ніж в умовах Лісостепу. Це свідчить про більшу пристосованість досліджуваних гібридів до посушливих умов Степу.

Показник відносної диференційованої здатність середовища вказує на частку поліморфізму середовища. Коли значення відносної ДЗС менше 10 % фон відбору характеризується як нівелюючий (відсутні відмінності між генотипами); якщо від 10 до 20 % — стабілізуючий (поліморфізм не проявляється); коли більше 20 % — аналізуючий (сприяє виявленню мінливості генотипів) [260]. У наших дослідженнях за аналізом середовища як фону для добору встановлено, що в агрокліматичних умовах Лісостепу аналізуючий фон 2006 змінювався на нівелюючий фон у 2007, із наступним переходом у 2008 роках. Умови Степу характеризувалися стабільним значенням відносної ДЗС і мали нівелюючий фон.

Про значний вплив кліматичних умов на генотипи досліджуваних гібридів вказує також коефіцієнт нелінійності. Більшим за одиницю він був в умовах Степу, що вказує на нелінійний характер зв'язку. Даний показник в умовах Лісостепу мав мінливий характер, і у 2007 році він характеризується як лінійний, а у 2006 та 2008 роках — нелінійний.

За вирощування коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 найвищу врожайність зерна було отримано в умовах Степу з індексом умов середовища на рівні 0,12 і 0,58 (табл. 4.2).

Показники варіанси взаємодії генотип×середовище і диференційована здатність середовища мали суперечливий характер в обох зонах, як і коефіцієнт нелінійності.

За аналізом середовища як фону для добору встановлено, що в умовах Лісостепу стабілізуючий фон 2006 змінювався на аналізуючий у 2007, та переходив у нівелюючий у 2008 роках. Самим ефективним періодом для виявлення мінливості генотипів визначено 2007 рік.

Умови Степу характеризувалися стабільним значенням відносної ДЗС (3,00–5,41 %) і мали нівелюючий фон.

Таблиця 4.2

**Підбір фону за показниками середовища для коізогенних аналогів
гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу,
2006–2008 рр.**

Рік проведення досліджень	Індекс умов середовища	Варіанса взаємодії генотип× середовище	Диференційована здатність середовища		Коефіцієнт нелінійності середовища
			варіанса	відносна	
1	2	3	4	5	6
агрокліматичні умови Лісостепу					
2006 р.	– 0,43	-0,02	0,94	13,98	1,04
2007 р.	– 0,35	0,18	1,88	21,60	2,09
2008 р.	– 0,37	0,19	0,29	8,47	0,32
агрокліматичні умови Степу					
2006 р.	0,30	-0,03	0,21	5,41	1,37
2007 р.	0,12	0,09	0,05	3,00	0,31
2008 р.	0,58	0,08	0,44	8,07	2,88

Підтвердженням впливу кліматичних умов на досліджувані генотипи являється коефіцієнт нелінійності середовища. За отриманими даними 2006 і 2007 роки в агрокліматичних умовах Лісостепу, а також 2006 та 2008 роки — Степу мали нелінійний, тоді як 2008 і 2007 роки відповідно в обох зонах досліджень лінійний характер зв'язку.

4.2. Адаптивна здатність і екологічна стабільність коізогенних аналогів

Товаровиробники потребують нових високоврожайних гібридів кукурудзи, адаптованих до конкретних умов вирощування із комплексом ознак: якість, урожайність і стабільність [238]. Тому, на одному гібриді зупинятися не можна. В час різкої зміни кліматичних умов спектр гібридів для господарства має бути досить широким, тобто він вимагає наявності

зразків інтенсивного типу — які дають можливість отримувати максимальний врожай на зрошуваних землях; середньопластичного — одержання середнього стабільного врожаю при коливаннях погодних умов вирощування; високопластичного — гарантовано забезпечують одержання врожаю за несприятливих ґрунтово-кліматичних умовах вирощування (в тому числі і на не зрошуваних землях) [233]. Однак, гібриди останнього типу є найбільш цінними для агрокліматичних умов степової зони.

Особливу увагу необхідно приділити здатності рослинного організму підтримувати оптимальні особливості його росту і розвитку і збереженню стабільності прояву цих функцій. Вперше про захисну систему організму від згубного впливу умов зовнішнього середовища наголосив Бернارد [239], а сам термін «гомеостаз» уперше був використаний Кенноном [240]. У подальшому про наявність єдиного генетичного механізму в рослин, що бере участь в створенні стабільного генотипу, у 1996 році вказував R. W. Allard [241]. За даними Н. I. Braun, S. Rayaram і M. U. Van Ginkel відбір генотипів за адаптивною здатністю сприяє накопиченню генів стійкості до біотичних і абіотичних несприятливих факторів середовища [242]. Однак, для повної оцінки адаптивної здатності рослин використовуються поняття стабільність і пластичність.

У наших дослідженнях для визначення параметрів загальної (ЗАЗ) адаптивної здатності, варіанси специфічної адаптивної здатності (САЗ) і селекційної цінності генотипів використовували методику запропоновану А. В. Кільчевським і Л. В. Хотильовою [237, 243], найпоширенішу для селекції та насінництва [244]. Основним критерієм для встановлення екологічної пластичності і стабільності є врожай гібридів кукурудзи [245]. Використання даної методики дає можливість досліджувати матеріали в більшій кількості пунктів і років, ніж методика розроблена С. Ебхартом і В. Расселом [246] на основі визначення взаємодії генотип×середовище за допомогою коефіцієнта регресії і дисперсії [247, 248].

Найкращими для зони Лісостепу є гібриди, які поєднують в собі високу адаптивну здатність та стабільність і відносяться до групи інтенсивного типу [249]. При цьому на думку Ю. О. Лавриненко, С. Я. Плоткіна, І. В. Михаленко поєднання досягнутої високої врожайності гібридного насіння із підвищенням його адаптивної здатності дасть можливість збільшити зернову врожайність на 10–15 % [250]. За даними С. Красновського основну частку (до 60 %) посівів кукурудзи у господарстві повинні займати гібриди високо- і середньопластичного типів. Гібриди інтенсивного типу не повинні перевищувати 40 % від загальної площі культури [251]

Підбір гібридів за загальною адаптивною здатністю у різних умовах вирощування дозволяє відібрати комбінації, які забезпечують отримання високої продуктивності та стабільності врожаю, завдяки певним селекційним критеріям. Так використання показника відносної стабільності генотипу (S_{gi}) вказує на його величину, тобто чим менше його значення, тим вища стабільність генотипу (значення подібне до коефіцієнта варіювання ознаки). Разом з цим, показники варіанса САЗ та селекційна цінність генотипу дають можливість встановити гібриди із середньою врожайністю та абсолютною стабільністю. Встановлений коефіцієнт нелінійності (I_{gi}) вказує на лінійний характер відзиву на середовище, коли він менше одиниці, якщо він вище — то реакція генотипу є нелінійною [252].

Комплексну оцінку за основними параметрами адаптивної здатності та стабільності генотипів на основі даних урожайності проводили у коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу.

Аналіз даних вказує, що найвищий ефект ЗАЗ у досліді 1,1 та 0,6 % (відповідно при середній врожайності 6,8 і 5,7 т/га) мали гібридна комбінація ПЗзMACR×П5MBCBP-RR (материнська лінія — фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з генетичними маркерами ACR, а батьківська лінія — з генами відновлення фертильності має маркер P-RR) та коізогенний аналог ПЗзMa2a2msms×П5CBCICI (насінництво якого

виконується з використанням материнського компонента з ядерною стерильністю та генетичним маркером *a2*, і батьківського компонента з генами відновлення фертильності і маркером *CI* (табл. 4.3.).

Таблиця 4.3

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

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ (σ^2 САЗі)	Відносна стабільність (Sgi)	Коефіцієнт	
					регресії (<i>ei</i>)	нелінійності (<i>lgi</i>)
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	4,7	-0,9	0,1	7,3	0,8	1,0
ПЗС×П5СВСІСІ	5,0	-0,6	0	1,2	0,3	0
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	5,3	-0,3	0,1	5,7	0,8	0,8
ПЗзМ×П5СВСІСІ	5,5	-0,1	0,2	7,2	1,1	1,4
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	5,9	0,3	0,4	10,1	1,5	3,1
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	5,5	-0,1	0,5	12,3	1,7	4,1
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	5,6	0	0,2	5,9	0,9	1,0
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	6,2	0,6	0,2	6,9	0,8	1,6
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	5,7	0,1	0,1	8,0	1,3	1,9
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	6,8	1,1	0	4,9	0,7	1,0

Дещо поступався за ефектом ЗАЗ (0,3 %), з середньою врожайністю зерна 5,9 т/га, аналог ПЗМа2а2×П5СВСІСІ (материнська форма — молдавського типу стерильності з маркером *a2*, що запилювався пилом аналога тієї ж батьківської форми, що і в контрольному варіанті, з тим же маркером). Найнижчу середню врожайність від 4,7 до 5,0 т/га, а відповідно і від'ємними ефектами ЗАЗ -0,9 та -0,6 % мали контрольний гібрид та його аналог ПЗС×П5СВСІСІ (отриманий за схрещування стерильного

материнського компонента парагвайського типу стерильності, що запилювався пилком тієї ж форми батьківського компонента що і контрольний варіант).

Варіанса специфічної адаптивної здатності вказує на різницю ЗАЗ до певних умов середовища. За нашими даними коізогенний аналог ПЗС×П5СВСІСІ і гібридна комбінація ПЗзМАСР×П5МВСВР-RR не мали відхилення за варіансою САЗ, що вказує на відсутність реакції генотипів на зміну умов вирощування.

Натомість, коізогенний аналог ПЗзМАСР×П5МВСВР-RR мав найвищий ефект ЗАЗ характеризувався незначним відхиленням варіанси САЗ. Однак, коізогенні аналоги (ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ і ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ) з материнськими фертильною і стерильною лініями молдавського типу і генетичним маркером *a2* у обох лініях мали найвищі варіанси САЗ 0,5 і 0,4 %, і відповідно їх урожайність найбільше залежала від зміни погодних умов.

Для визначення стабільності прояву ознаки використовували показник відносної стабільності. Найвище його значення мали коізогенні аналоги ПЗС×П5СВСІСІ з материнською лінією парагвайського типу стерильності і маркером *a2*, а також ПЗзМVg1Vg1a2a×П5СВСІСІ – функціонального типу стерильності з тим же маркером. Гібридні форми із найвищим ефектом ЗАЗ забезпечили середню стабільність на рівні 4,9 і 6,9 %, тоді як найменшу стабільність мали аналоги ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ — 10,1 % і ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ — 12,3 %.

Необхідно зазначити, що навіть за високої врожайності у деяких коізогенних аналогів відносна стабільність генотипу була не високою, а тому для кращого всебічного вивчення реакції контрольного варіанту і його коізогенних аналогів на умови вирощування необхідно розглядати й інші важливі показники адаптивної здатності.

Досліджуючи гібриди на продуктивність та стабільність, ми відмічали лише найбільш пристосовані форми у певних умовах вирощування. Для

встановлення реакції гібридів на зміну клімату зони вирощування використовували коефіцієнт регресії. Поєднання його з показником варіанси САЗ дає можливість оцінити гібриди за продуктивністю і адаптивним потенціалом. Для зручності аналоги розподіляють на такі типи:

* високопластичний — низький рівень σ^2 САЗ і $vi < 1$ мають гібриди із низькою реакцією на зміну умов вирощування;

* середньопластичний — σ^2 САЗ близька до середньої і $vi = 1$ забезпечують гібриди зі стабільною середньою врожайністю, і адекватною реакцією, як на поліпшення умов так і їхні коливання;

* інтенсивний — σ^2 САЗ висока при $vi > 1$ мають гібриди, які дуже реагують на поліпшення й погіршення умов вирощування, змінюючи врожайність.

За вирощування коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу до високопластичного типу віднесено аналог ПЗС×П5СВСІСІ, а також гібридні форми ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ за наявності у генотипах їх материнських компонентів генетичного маркера *a2*: та гібридну комбінацію ПЗзМАСR×П5МВСВР-RR з домінантними генетичними маркерами АСR. Можна вважати, що у високостабільних гібридів у екстремальних умовах вирощування включаються такі гени, які у певні фази розвитку створюють протидію несприятливим умовам. І чим більше відмічається стійкість рослин, тим імовірніше проявляється дія не одного гена, а сукупна їх взаємодія.

До інтенсивного типу гібридів входять аналоги з материнськими лініями — фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з генетичним маркером *a2* і без нього (ПЗзМ×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ), а також лінії з чоловічою стерильністю того ж типу та за наявності у генотипі маркерів *a1* і *a2* (ПЗМалal×П5МВalal, ПЗМа2а2×П5СВСІСІ).

Для підтвердження пластичності генотипу використовували коефіцієнт нелінійності. Згідно цього, контрольний варіант як і чотири його аналоги інтенсивного типу мали нелінійну реакцію генотипів на умови вирощування, тоді як гібридні форми високопластичного типу характеризувалися лінійною реакцією.

Для агрокліматичних умов Степу основними лімітуючими факторами вирощування кукурудзи є кількість опадів і температура повітря [253]. Так, у наших дослідженнях високими значеннями ефектів ЗАЗ від 0,9 до 0,5 % характеризувалися гібридні комбінації ПЗМ*alal*×П5МВ*alal* і ПЗзМА*CR*×П5МВ*CBP-RR* з материнськими лініями фертильної і стерильної форми молдавського типу за наявності у їх генотипах генетичних маркерів *al* і *ACR* (табл. 4.4), із середньою врожайністю 8,9 і 8,5 т/га відповідно, яка вказує на здатність гібридів давати постійно високі врожаї за різних кліматичних умов вирощування [254]. Контрольний варіант і чотири його аналоги ПЗзСа*2a2*×П5СВ*CICI*, ПЗМа*2a2*×П5СВ*CICI*, ПЗС×П5СВ*CICI* і ПЗзМа*2a2*×П5СВ*CICI* із врожайності від 7,1 до 7,8 т/га характеризувалися від'ємним значенням ефектів ЗАЗ від -0,9 до -0,1 %.

Варіанса САЗ визначає стійкість гібридів до стресових умов середовища, таких як високі температури, приморозки, ураження хворобами та пошкодження шкідниками [254]. У наших дослідженнях найбільше значення варіанси САЗ від 1,2 до 1,8 % виявили у комбінацій зі стерильними формами ПЗзМа*2a2msms*×П5СВ*CICI* (ядерного) ПЗМ*alal*×П5МВ*alal* (молдавського) і ПЗС×П5СВ*CICI* (парагвайського типів).

Важливим показником адаптивності є відносна стабільність генотипу. У наших дослідженнях високу стабільність серед гібридних комбінацій мали коізогенні аналоги, материнська лінія якого фертильний закріплювач стерильності молдавського типу (ПЗзМ×П5СВ*CICI*) із ефектом ЗАЗ 0,3 %, ця ж лінія, але за наявності генетичного маркера *a2* (ПЗзМа*2a2*×П5СВ*CICI*) мала стабільність на рівні 4,3 % але з від'ємним значенням ЗАЗ -0,10 %.

Найкращим варіантом поєднання стабільності (8,2 %) і врожайності (8,5 т/га) виявилася гібридна комбінація ПЗзMACR×П5MBCBP-RR, материнська лінія якої фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з маркерами ACR, а батьківська лінія з генами відновлення фертильності і маркером P-RR.

Таблиця 4.4

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

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ (σ^2 САЗі)	Відносна стабільність (Sgi)	Коефіцієнт	
					регресії (ei)	нелінійності (lgi)
ПЗСа2a2×П5CVCICI (контроль)	7,3	-0,7	0,8	11,9	1,1	1,4
ПЗС×П5CVCICI	7,7	-0,3	1,8	17,4	1,7	3,3
ПЗзСа2a2×П5CVCICI	7,1	-0,9	0,2	6,9	0,7	0,4
ПЗзМ×П5CVCICI	8,3	0,3	0,1	4,7	0,4	0,3
ПЗМа2a2×П5CVCICI	7,7	-0,3	0,4	8,3	0,9	0,8
ПЗзМа2a2×П5CVCICI	7,8	-0,1	0,1	4,3	0,1	0,2
ПЗзMVg1Vg1a2a×П5CVCICI	8,1	0,1	0,6	9,6	1,1	1,1
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI	8,4	0,4	1,2	13,3	1,5	2,3
ПЗMa1a1×П5MBalal	8,9	0,9	1,5	13,7	1,6	2,7
ПЗзMACR×П5MBP-RR	8,5	0,5	0,5	8,2	0,9	0,9

Слід зазначити, що гібридна комбінація ПЗMa1a1×П5MBalal із найбільшою врожайністю у досліді мала середню стабільність генотипу (13,7 %), як і коізогенний аналог ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI (13,3 %). Слабку стабільність (17,4 %) серед досліджуваних форм мала лише гібридна форма ПЗС×П5CVCICI.

Розподіляючи досліджувані гібридів за врожайністю і адаптивним потенціалом визначено, що коізогенні аналоги діляться на високопластичний і інтенсивний типи. До інтенсивного типу відносяться контроль та аналоги з материнськими лініями: парагвайського типу ПЗС×П5СВСІСІ, функціонального ПЗзMVg1Vgla2a×П5СВСІСІ і ядерного ПЗзMa2a2msms×П5СВСІСІ типів стерильності з генетичним маркером *a2*, а також гібридна комбінація молдавського — ПЗMalal×П5MBalal з генетичним маркером *a1* у обох батьківських компонентах. До високопластичного типу належать гібридні форми: з материнськими лініями фертильний закріплювач стерильності молдавського типу ПЗзМ×П5СВСІСІ, та лінії з генетичними маркерами *a2* та *ACR* (ПЗзMa2a2×П5СВСІСІ і ПЗзMACR×П5МВСВР-RR), а також фертильний закріплювач стерильності парагвайського типу ПЗзCa2a2×П5СВСІСІ за наявності у його генотипі маркера *a2* та лінії з молдавською стерильністю ПЗMa2a2×П5СВСІСІ і тим же маркером.

За коефіцієнтом нелінійності контрольний варіант, як і чотири його аналоги інтенсивного типу, мали нелінійну реакцію генотипів на умови вирощування, тоді як гібридні форми високопластичного типу характеризувалися лінійною реакцією.

Для відбору зразків за продуктивністю у поєднанні зі стійкістю до погодних умов використовували показник селекційна цінність генотипу (СЦГ). Згідно даних отриманих в умовах Лісостепу серед коізогенних аналогів високу селекційну цінність від 4,4 і 4,6 мали гібридні комбінації: ПЗзMACR×П5МВСВР-RR і ПЗС×П5СВСІСІ.

За нашими даними в агрокліматичних умовах Степу, найбільшу селекційну цінність генотипу у досліді (4,6 і 6,3 од.) забезпечили аналоги ПЗзCa2a2×П5СВСІСІ і ПЗзМ×П5МВСІСІ і відповідно (рис. 4.1).

В агрокліматичних умовах Степу найбільшу селекційну цінність від 4,1 до 6,3 виявили у гібридних комбінаціях: ПЗзMVg1Vgla2a×П5СВСІСІ,

ПЗзCa2a2×П5CVCICI, ПЗзMACR×П5MBCBP-RR, ПЗзMa2a2×П5CVCICI і ПЗзMa2a2×П5CVCICI.

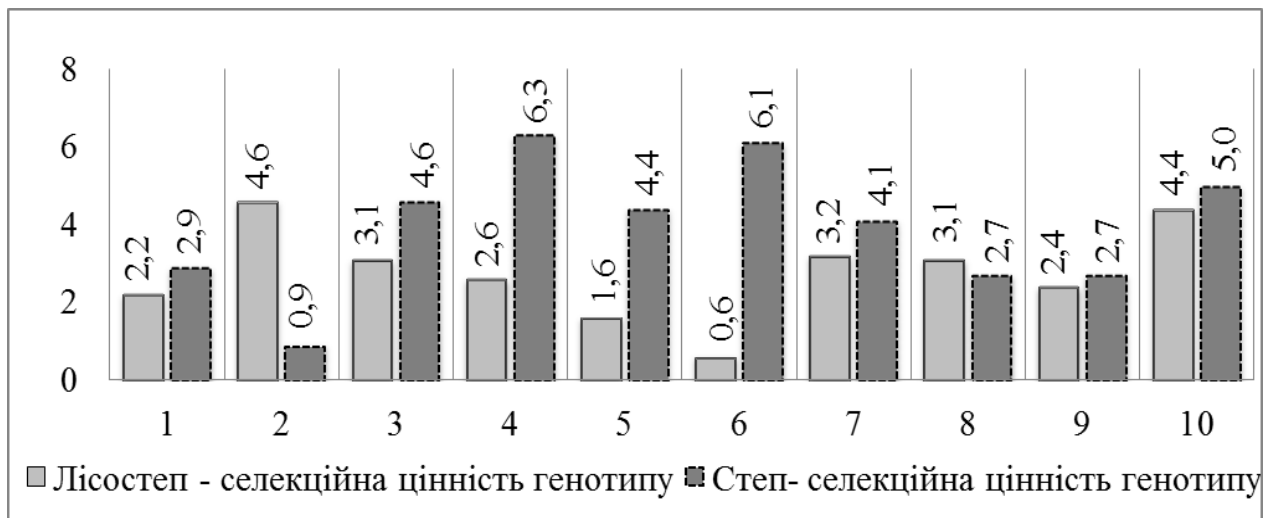


Рисунок 4.1. Селекційна цінність генотипу коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу та Степу, (2006–2008 рр.), од.: 1 – ПЗCa2a2×П5CVCICI (контроль); 2 – ПЗC×П5CVCICI; 3 – ПЗзCa2a2×П5CVCICI; 4 – ПЗзM×П5CVCICI; 5 – ПЗзMa2a2×П5CVCICI; 6 – ПЗзMa2a2×П5CVCICI; 7 – ПЗзMVg1Vg1a2a×П5CVCICI; 8 – ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI; 9 – ПЗзMa1a1×П5MBa1a1; 10 – ПЗзMACR×П5MBP-RR

Вирощувані коізогенні аналоги трилінійного гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу мали значення показника ефекту ЗАЗ від низького до високого (табл. 4.5).

За нашими даними високим показником загальної адаптивної здатності (1,0 і 1,1 %) характеризувалися коізогенний аналог П7зCalal×П26CBalal у насінництві якого використовується материнська лінія — фертильний закріплювач стерильності парагвайського типу з генетичним маркером *al* у обох батьківських лініях, та гібридна комбінація П7зCACR×П26CVCICI материнською лінією цієї ж форми стерильності, але з маркерами *ACR*, а батьківська лінія з генами відновлення фертильності і маркером *CI*, з урожайністю гібридів 7,3 і 7,4 т/га, відповідно.

Найнижчою середньою врожайністю 5,7 т/га і найбільшим від'ємним значенням ефекту ЗАЗ (-0,8 %) характеризувалася гібридна форма П7зCVg1Vg1×П26CBalal з материнською лінією функціонального типу стерильності.

Таблиця 4.5

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

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ (σ^2 САЗi)	Відносна стабільність (Sgi)	Коефіцієнт	
					регресії (gi)	нелінійності (Igi)
П7С×П26CBalal(контроль)	5,7	-0,8	0,1	5,3	0,8	0,9
П7зС×П26CBalal	6,1	-0,4	0,3	9,0	1,0	2,9
П7зCVg1Vg1×П26CBalal	5,7	-0,8	0,2	7,8	0,9	1,9
П7зCalal×П26CBalal	7,5	1,0	0,4	8,0	1,1	3,5
П7зCACR×П26CBICI	7,6	1,1	0,4	8,0	1,2	3,5

Коізогенні аналоги П7зCalal×П26CBalal і гібридна комбінація П7зCACR×П26CBICI з генетичними маркерами ACR і al мали найвищі варіанси САЗ (0,4 %) серед аналогів, що вказує на залежність від зміни кліматичних умов.

Для визначення специфічної реакції генотипу на середовище використовували показник відносної стабільності. Усі досліджувані коізогенні аналоги мали стабільність на рівні 7,8–9,0 %, тоді як контрольний варіант мав найвищу стабільність генотипу на рівні 5,3 %.

Для градації генотипів за відношенням до екологічних умов, згідно отриманих результатів, ми розділили наші гібриди на групи за рівнем адаптивності (поєднання значення варіанси САЗ і коефіцієнта регресії). До групи інтенсивного типу віднесено два гібриди П7зCalal×П26CBalal і

П7зCACR×П26CVCICI із сильною реакцією на зміну умов вирощування, до високопластичного — П7зCVg1Vg1×П26CBalal, тоді як до середньопластичного — П7зC×П26CBalal.

За коефіцієнтом нелінійності контрольний варіант, як і чотири його аналоги мали нелінійну реакцію генотипів на умови вирощування.

Аналіз даних вирощування коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу свідчать про дещо іншу реакцію генотипів на умови вирощування. Незважаючи на зміну клімату найвищий ефект ЗАЗ (0,7 %) мала гібридна комбінація П7зCACR×П26CVCICI (з урожайністю 8,7 т/га), у протилежність йому контрольний гібрид мав від'ємне значення (-0,4 %), що підтверджується даними зменшення врожайності гібрида Гран-6 (табл. 4.6).

Низьку середню врожайність (7,8 т/га) і від'ємне значення ефекту ЗАЗ (-0,2 %) мали гібридні форми П7зCVg1Vg1×П26CBalal і П7зCalal×П26CBalal.

Таблиця 4.6

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

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Ефект ЗАЗ	Варіанса САЗ (σ^2 САЗi)	Відносна стабільність (Sgi)	Коефіцієнт	
					регресії (bi)	нелінійності (lgi)
П7зC×П26CBalal (контроль)	7,5	-0,4	0,1	5,1	0,3	0,4
П7зC×П26CBalal	8,0	0,1	0,4	8,3	1,1	1,3
П7зCVg1Vg1×П26CBalal	7,8	-0,2	0,5	9,1	1,2	1,5
П7зCalal×П26CBalal	7,8	-0,2	0,4	7,8	1,0	1,1
П7зCACR×П26CVCICI	8,7	0,7	0,7	9,5	1,4	2,0

Варіанса специфічної адаптивної здатності у контрольного гібрида мала найменше відхилення за ЗАЗ (0,1 %), тоді як його коізогенні аналоги

забезпечили найвищі варіанси САЗ від 0,4 до 0,7 % (що вказує на вплив погодних умов).

За нашими даними, найбільш високою стабільністю характеризувався контрольний гібрид (5,1 %), тоді як його аналоги мали середню стабільність.

Досліджувані коізогенні аналоги П7зС×П26СВ*alal*, П7зСVg1Vg1×П26СВ*alal* і гібридна комбінація П7зСACR×П26СВCICI за показниками коефіцієнта регресії і варіанси САЗ віднесено до інтенсивного, тоді як П7зС*alal*×П26СВ*alal* — середньопластичного.

Вирощувані коізогенні аналоги гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу мали високий коефіцієнт нелінійності щодо контролю. Найменше його значення (0,4 %) мав контроль, тоді як найбільше (2,0 %) — аналог П7зСACR×П26СВCICI.

Вдале поєднання врожайності та стабільності гібридів визначає показник селекційної цінності генотипу. За даними рисунку 4.2. найбільшу СЦГ мав гібрид Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу.

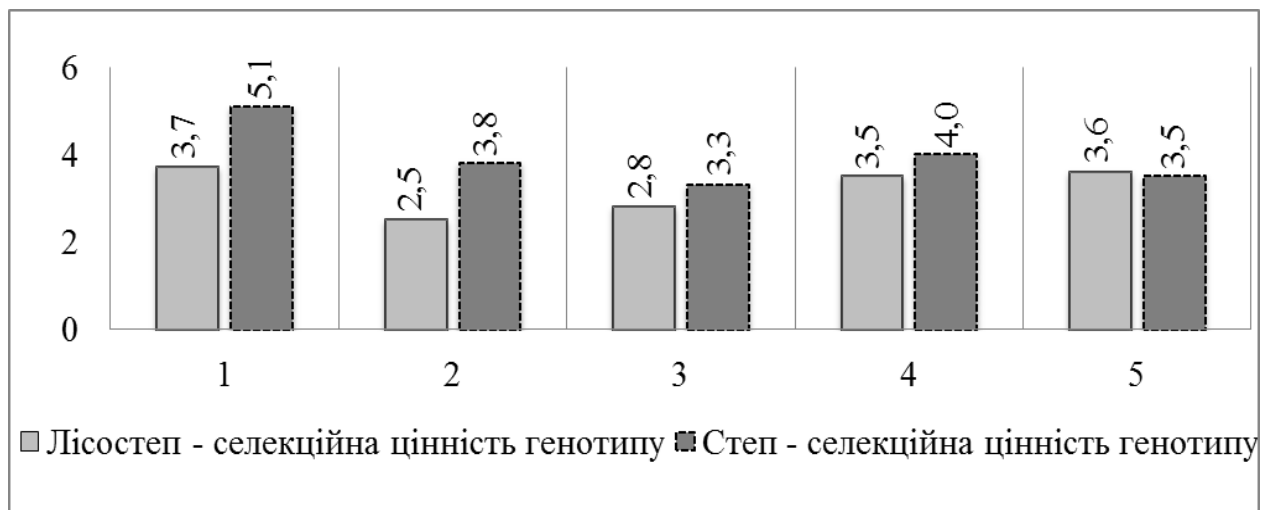


Рисунок 4.2. Селекційна цінність генотипу коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу та Степу, (середнє за 2006–2008 рр.), од.: 1 – П7С×П26СВ*alal*(контроль); 2 – П7зС×П26СВ*alal*; 3 – П7зСVg1Vg1×П26СВ*alal*; 4 – П7зС*alal*×П26СВ*alal*; 5 – П7зСACR×П26СВCICI

Дещо йому поступилися гібридна комбінація П7зСACR×П26СВCICI (СЦГ=3,6) і коізогенний аналог П7зС*alal*×П26СВ*alal* (СЦГ=3,5). Гібридна

форма *П7зCVg1Vg1×П26CBalal* також мала СЦГ на рівні 2,77, однак за від'ємного значення ефекту ЗАЗ, форма характеризується як залежна від змін кліматичних умов.

За селекційною цінністю генотипу (3,6 і 3,5 од.) в агрокліматичних умовах Степу, слід відмітити гібридну комбінацію *П7зCACR×П26CBICI* і коізогенний аналог *П7зCalal×П26CBalal*. Хоча вони поступалися контролю, проте серед досліджуваних комбінацій мали більше значення за іншими показниками адаптивної здатності.

Отже нами було здійснено всебічне вивчення реакції коізогенних аналогів на умови вирощування, проведена оцінка їх продуктивності та адаптивного потенціалу.

Висновки до розділу 4

1. Аналіз середовища як фону для добору вказує, що в агрокліматичних умовах Степу за вирощування простого і трилінійного гібридів фон характеризується як нівелюючий, при якому різниця між генотипами усувається.

2. За даними отриманими в агрокліматичних умовах Лісостепу за вирощування аналогів простого гібрида нівелюючий фон змінювався на аналізуючий, і навпаки у аналогів трилінійного гібрида відбулася зміна стабілізуючого фону у нівелюючий. За таких даних, на здатність середовища до диференціювання вплинули погодні умови, так як набір генотипів був незмінним.

3. Аналізуючи дані отримані в агрокліматичних умовах Лісостепу найвищий ефект ЗАЗ і врожайності у досліді, забезпечила гібридна комбінація *П3зMACR×П5MBCBP-RR*, яка за основними показниками належить до високопластиного типу зі стабільною врожайністю незалежно від зміни погодних умов. Ця ж гібридна комбінація за ефектом ЗАЗ і величиною врожайності мала перевагу і серед фертильних форм аналогів гібрида Піонер-Гран 3978. Порівнюючи між собою групи аналогів,

материнські лінії яких мають генетичний маркер *a2*, найвищий ефект ЗАЗ забезпечила гібридна форма $\text{ПЗзMa2a2msms} \times \text{П5CVCICI}$ високопластичного типу. Вивчаючи дані стерильних форм коізогенних аналогів за цими ж ознаками відмічаємо гібридну форму $\text{ПЗMa2a2} \times \text{П5CVCIC}$ інтенсивного типу, яка дуже реагує на поліпшення і погіршення умов вирощування.

4. Узагальнюючи отримані дані в агрокліматичних умовах Степу, найвищий ефект ЗАЗ і врожайності у досліді (і серед групи аналогів фертильних форм) забезпечила гібридна комбінація $\text{ПЗMalal} \times \text{П5MBalal}$, яка за основними показниками відноситься до інтенсивного типу із сильною реакцією на зміну погодних умов. Порівнюючи між собою групи аналогів, материнські лінії яких мають генетичний маркер *a2*, найвищий ефект ЗАЗ забезпечив коізогенний аналог $\text{ПЗзMa2a2msms} \times \text{П5CVCICI}$ інтенсивного типу. Даний аналог мав таку саму перевагу і серед стерильних форм аналогів гібрида Піонер-Гран 3978.

5. Відмічено, що коізогенний аналог гібрида Піонер-Гран 3978 з материнськими лініями $\text{ПЗзMa2a2msms} \times \text{П5CVCICI}$ ядерного типу стерильності з генетичним маркером *a2*, а також гібридні комбінації $\text{ПЗMalal} \times \text{П5MBalal}$ молдавського типу і маркером *a1* у обох батьківських компонентах та $\text{ПЗзMACR} \times \text{П5MBCBP-RR}$ фертильного закріплювача того ж типу стерильності з генетичними маркерами *ACR* мали високий ефект ЗАЗ у досліді незалежно від умов вирощування. До високопластичного типу, як в агрокліматичних умовах Лісостепу так і Степу, із ефектами ЗАЗ 0,5 та 1,1 % належить гібридна комбінація $\text{ПЗзMACR} \times \text{П5MBCBP-RR}$. До інтенсивного типу в обох зонах проведення досліджень, належить гібридна комбінація $\text{ПЗMalal} \times \text{П5MBalal}$ і контрольний варіант.

6. Наявність у генотипі гібрида генетичних маркерів *a1* (у обох батьківських компонентах) і *ACR* покращує адаптивну здатність гібридів у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

7. Доведено, що стабільне значення високої СЦГ в обох зонах вирощування мали коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 з

материнськими лініями фертильний закріплювач стерильності парагвайського $P3zCa2a2 \times P5CVCICI$ та функціонального типів $P3zMVg1Vg1a2a \times P5CVCICI$ і генетичним маркером $a2$ у обох аналогів, та гібридна комбінація $P3zMACR \times P5MBP-RR$ з материнським компонентом фертильний закріплювач молдавського типу стерильності з домінантними генетичними маркерами ACR .

8. Аналізуючи дані вирощування коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу було встановлено, що найвищі ефекти ЗАЗ і врожайності у досліді, забезпечили гібридні форми $P7zCalal \times P26CBalal$ і $P7zCACR \times P26CVCICI$, які за основними показниками відносяться до інтенсивного типу із високою реакцією на поліпшення і погіршення умов вирощування. Найбільше від'ємне значення ефекту ЗАЗ (-0,8 %) серед аналогів забезпечила комбінація $P7zCVg1Vg1 \times P26CBalal$ із найнижчою середньою врожайністю.

9. Дані отримані в агрокліматичних умовах Степу вказують, що найвищий ефект ЗАЗ і врожайності у досліді, забезпечила гібридна комбінація $P7zCACR \times P26CVCICI$, яка за основними показниками відноситься до інтенсивного типу із високою реакцією на поліпшення і погіршення умов вирощування. Найбільше від'ємне значення ефекту ЗАЗ (-0,4 %) серед аналогів забезпечив контрольний гібрид із найменшою середньою врожайністю.

10. Виявлено, що стабільне значення високої СЦГ в обох зонах проведення досліджень мали коізогенні аналоги трилінійного гібрида Піонер-Гран 3978 $P7zCalal \times P26CBalal$ і $P7zCACR \times P26CVCICI$.

11. Виявлено, що використання ГСКР на основі генів функціональної і ядерної стерильності у коізогенних аналогів простого гібрида Піонер-Гран 3978 не мають негативного впливу на параметри адаптивної здатності і стабільності генотипів.

Матеріали досліджень цього розділу автором опубліковано у працях [212, 217, 255].

РОЗДІЛ 5

ХАРАКТЕРИСТИКА КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ

5.1. Тривалість вегетаційного періоду коізогенних аналогів

За вирощування гетерозисних гібридів кукурудзи особливу увагу звертають на тривалість вегетаційного періоду, як на один із важливих показників продуктивності культури. [256, 257]. Вона в першу чергу залежить від генотипу, а також від погодних умов і зони вирощування. Легше тривалий дефіцит вологи витримують рослини ранньостиглої групи. Натомість гібриди з подовженим періодом росту і розвитку в таких умовах значно знижують зернову продуктивність [257, 258]. Б. В. Дзюбецький вказує, що ефективним методом визначення тривалості вегетаційного періоду є встановлення кількості діб у період «сходи–50 % появи приймачок» [258, 259]. Тоді як, О. М. Колесніков вказує на визначення періодів від сходів до повної стиглості за рахунок встановлення потемніння абсцизного шару у зернівці, та підрахунку кількості листків на основному стеблі [72].

Вирощування скоростиглих гібридів не завжди підтверджується їх високою врожайністю. Тому, необхідно враховувати не тільки тривалість вегетації, а і проходження окремих її фаз [128]. За твердженням В. В. Кошеляєва і В. А. Серкова на швидкість проходження фаз розвитку кукурудзи впливає сума активних температур [260]. Тоді як Ч. Мартон, Т. Сунді та Б. Дерффі вказують, що на врожайність значний вплив має забезпеченість вологою посівів, а також залежність відносно групи стиглості гібридів. На їх думку гібриди з тривалим періодом вегетації зазнають більше згубного впливу від нестачі вологи у ґрунті ніж з коротким періодом [261].

В умовах Південно-східного Поволжя середня сума активних температур (вище +10° С) у 1993–1994 роках становила 2000° С. У таких умовах виділено форми із тривалістю вегетаційного періоду до 90 діб, із них 43 доби складає період від сходів до цвітіння [260].

Особливо це питання набуває значення за стрімкої зміни кліматичних умов. Високі температури повітря і тимчасові посухи у важливі періоди росту і розвитку рослин призводять до череззерниці качанів, і як наслідок значного зниження врожаю, тому вимоги до гібридів кукурудзи також набувають нового значення [262].

Дослідженням впливу умов посухи на ріст і розвиток рослин кукурудзи займалися Ю. М. Пащенко та Є. В. Деряга у Луганському інституті агропромислового виробництва в 1998–1999 роках. Вони вказують на скорочення у рослин періоду від цвітіння волоті до повної стиглості зерна на 23–40 діб, залежно від морфобіологічних особливостей гібридних форм [89].

Значний вплив має тривалість світлового дня у період цвітіння. Мінімальною кількістю є вісім-дев'ять годин. Чим він довший тим триваліший буде період вегетації. [263].

Найбільшого поширення у виробництві набули прості (міжлінійні) гібриди. За даними 2008 року серед вирощуваних гібридів лише 44 % площ посіву займають трилінійні комбінації. За рахунок більшої продуктивності, екологічної пластичності та швидкій втраті зерном вологи їх витіснили прості гібриди, створені із застосуванням різних генетичних плазм.

Більшість країн вже давно перейшли на вирощування простих гібридів. Так, в США у 1980 році їх частка уже становила приблизно 100 %. Станом на 2002 рік в Україні зареєстровано лише 28 % простих гібридів української селекції. За даними І. П. Чучмія, І. В. Ковальчука та В. С. Бореяка (2002 р.) подібна ситуація склалася за рахунок недостатньої кількості продуктивних ліній і слабкий рівень насінництва кукурудзи. Вже у 2008 році частка простих гібридів становила майже 47 % [264].

Дослідженнями проведеними в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежала від умов вирощування більше ніж від генотипу. За даними, отриманими в умовах Лісостепу, коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 мали тривалість

вегетаційного періоду від 105 до 106 діб, тоді як контроль — 107 діб (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Тривалість основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація		Кількість діб від сівби до появи сходів	Кількість діб від сівби до					
			50 % появи волоті	цвітіння волоті	появи приймачок	стиглості:		
						молочної	воскової	повної
ПЗCa2a2×П5CVCICI (контроль)		19	52	55	56	87	97	107
ПЗС×П5CVCICI		17	50	57	55	89	100	109
ПЗзCa2a2×П5CVCICI		18	50	55	54	89	100	108
ПЗзМ×П5CVCICI		17	50	55	54	89	100	107
ПЗMa2a2×П5CVCICI		17	51	57	55	89	99	107
ПЗзMa2a2×П5CVCICI		18	50	53	54	86	93	105
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI		17	50	55	55	88	101	109
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI		18	50	55	55	87	100	108
ПЗMalal×П5MBalal		19	49	56	54	87	100	108
ПЗзMACR×П5MBP-RR		18	51	57	55	87	99	106
НР ₀₅	фактор А (середовище)	0,3	0,5	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4
	фактор В (генотип)	0,6	1,0	1,6	1,0	0,7	0,7	0,8
	фактор АВ (взаємодія)	1,1	1,7	2,7	1,7	1,1	1,2	1,3

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

За результатами аналізу основних міжфазних періодів встановлено, що у аналогів періоди «сівба-поява сходів», «сходи-поява 50 % волоті», «сходи-поява приймочок» скорочувалась відносно контролю. Це можна пояснити тим, що у 2007 році на початку закладання і розвитку генеративних органів, утримувалася ґрунтова і повітряна посуха, яка продовжувалась до середини серпня із максимальною температурою повітря 38 °С. Такі умови прискорили

проходження вегетаційних фаз до настання молочної стиглості (додаток В.1.). Агрокліматичні умови 2008 року були протилежними, з достатньою кількістю опадів на період від сходів до появи волоті, які змінилися на високу температуру і нестачу вологи в ґрунті до кінця вегетації. Тому, для періодів «сходи-молочна стиглість» і «сходи-воскова стиглість» характерним було збільшення їх тривалості на одну-три доби до контролю, із незначним варіюванням, як в середньому так і за окремими роками досліджень, що вказує на генетичну вирівняність зразків (додаток В.2.).

Дослідженнями, проведеними в агрокліматичних умовах Степу, встановлено, що тривалість вегетації коізогенних аналогів простого гібрида була на рівні контролю (103 діб), або ж збільшувалася на одну добу (табл. 5.2.).

Таблиця 5.2

Тривалість основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Кількість діб від сівби до появи сходів	Кількість діб від сівби до					
		50 % появи волоті	цвітіння волоті	появи приймачок	стиглості:		
					молочної	воскової	повної
1	2	3	4	5	6	7	8
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	13	54	63	61	75	84	103
ПЗС×П5СВСІСІ	12	54	61	60	75	85	104
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	13	54	61	60	75	86	103
ПЗзМ×П5СВСІСІ	13	54	62	60	75	86	103
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	12	56	60	58	75	85	104
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	13	55	61	59	75	83	103
ПЗзМVg1Vg1а2а2×П5СВСІСІ	13	54	60	59	74	84	103
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	13	54	58	59	75	84	103

Продовження таблиці 5.2

1		2	3	4	5	6	7	8
ПЗМ $alal$ ×П5МВ $alal$		13	54	59	58	74	86	103
ПЗзМА CR ×П5МВ $P-RR$		14	54	60	58	74	85	102
НІР ₀₅	фактор А (середовище)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3
	фактор В (генотип)	0,5	0,7	0,9	1,2	0,6	0,6	0,5
	фактор АВ (взаємодія)	0,9	1,3	1,5	2,0	1,1	1,0	0,9

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

Як і в умовах Лісостепу, тривалість основних періодів зменшувалася від сходів до появи генеративних органів і молочної стиглості зерна відносно контролю у більшості гібридних форм, за рахунок незвичайно жаркої погоди (впродовж усіх років вирощування) у червні-липні місяцях (додаток В.3.). Зливові дощі цього періоду у 2008 році не сприяли покращенню умов для розвитку рослин. У періоди «сходи-воскова стиглість» і «сходи-повна стиглість» відмічали збільшення їх тривалості на одну-дві доби, або ж показники були на рівні контролю.

Слід зазначити, що незначним варіюванням характеризувалися періоди «сівба-сходи», «сходи-поява 50 % волоті» та наступні періоди, що вказує на сильну вирівняність генотипу (додаток В.4.).

Дослідженнями тривалості фаз вегетаційного періоду у коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 встановлено, що даний показник у них знаходиться в межах від 105 до 109 діб, за даних контролю 105 діб (табл. 5.3). Порівнюючи тривалість основних фаз вегетації за 2006 та 2008 роки, встановлено, що за різниці тривалості періодів очікування сходів у 12–20 діб, тривалість фаз досягання великої різниці не мали (додаток В.5.). Однак, якщо у першій половині вегетації тривалість фаз до контролю зменшувалась, то у другій (період наливу і дозрівання зерна) — вона на один-два дні збільшилась (П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$, П7зС×П26СВ $alal$ і П7зСА CR ×П26СВ $CICl$).

Таблиця 5.3

**Тривалість основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Гран-6
в агрокліматичних умовах Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Кількість діб від сівби до появи сходів	Кількість діб від сівби до					
			50 % появи волоті	цвітіння волоті	появи приймачок	стиглості:		
						молочної	воскової	повної
П7С×П26СВ a_1a_1 (контроль)		19	50	55	56	86	97	105
П7зС×П26СВ a_1a_1		19	51	54	56	87	99	107
П7зСVg1Vg1×П26СВ a_1a_1		19	51	55	57	86	97	105
П7зС a_1a_1 ×П26СВ a_1a_1		18	48	53	56	85	97	106
П7зСACR×П26СВCICI		18	48	53	55	91	101	109
НР ₀₅	фактор А (середовище)	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4
	фактор В (генотип)	0,4	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5
	фактор АВ (взаємодія)	0,7	1,2	1,2	1,0	0,7	0,8	0,9

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

Варіювання даних тривалості міжфазних періодів у досліді було незначним, а тому аналоги характеризуються високою стабільністю прояву генотипу в межах кожного з років проведення досліджень (додаток В.6).

Коізогенні аналоги гібрида Гран-6 в агроекологічних умовах Степу характеризувалися тривалістю вегетаційного періоду 105 діб, що повністю відповідало даним контролю (табл. 5.4).

Тривалість міжфазних періодів зменшилася, на одну-дві доби до контролю, у періоди від сівби до появи сходів, від сходів до появи 50 % волоті та її цвітіння, а також від сходів до молочної стиглості зерна. Тривалість наступних фаз відповідала даним контролю.

Однак, незважаючи на зміну тривалості основних фаз вегетації, усі досліджувані аналоги характеризувалися високою стабільністю генотипу, про що свідчать незначні значення коефіцієнтів варіювання (додаток В.7).

Таблиця 5.4

Тривалість основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація		Кількість діб від сівби до появи сходів	Кількість діб від сівби до					
			50 % появи волоті	цвітіння волоті	появи приймачок	стиглості:		
						молочної	воскової	повної
П7С×П26СВа1а1 (контроль)		13	53	59	57	75	84	105
П7зС×П26СВа1а1		14	52	56	58	74	84	105
П7зСVg1Vg1×П26СВа1а1		14	53	57	60	75	84	105
П7зСа1а1×П26СВа1а1		13	53	57	60	74	85	105
П7зСАСR×П26СВCІCІ		13	52	56	58	74	86	105
НІР ₀₅	фактор А (середовище)	0,5	0,7	0,7	0,9	0,5	0,5	0,5
	фактор В (генотип)	0,6	0,8	1,0	1,1	0,6	0,6	0,7
	фактор АВ (взаємодія)	1,1	1,5	1,7	2,0	1,1	1,0	1,1

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

Коізогенні аналоги характеризувалися значним скороченням основних періодів вегетаційних у 2007 році за рахунок жаркої погоди і нестачі вологи. Проте, 2006 та 2008 роки також були посушливими. Такі умови дають більш розгорнуто визначити реакцію генотипів на несприятливі умови вирощування.

5.2. Вивчення прояву основних господарсько-цінних показників придатності коізогенних аналогів до механізованого збирання

Створення і впровадження у виробництво нових високоврожайних гетерозисних гібридів кукурудзи, супроводжується необхідністю даних гібридів пристосовуватися до конкретних умов вирощування з певними погодними умовами. Залежно від вегетативної маси може змінюватися і об'єм врожаю, так як за збільшення фотосинтетичної поверхні збільшується можливість рослини накопичувати і транспортувати поживні речовини в

зерно. Однак, така залежність не завжди може бути виправданою. Цінність гібридів залежить не тільки від їх продуктивності, а також від здатності повністю реалізувати свій генетичний потенціал.

Для оцінки придатності гібридів до механізованого збирання використовують показники: висота рослин і висота прикріплення господарсько-цінного качана, які є змінними величинами. Дослідження цих показників допомагає виявити гібриди найбільш пристосовані до впливу підвищених температур повітря та високих доз сонячної радіації, яка використовується на формування вегетативної маси (за рахунок складних біохімічних властивостей рослин — C_4) [265, 266].

Вирощування в 2003 році гібридів кукурудзи швейцарської селекції (Олдхем і Канада) на території Лівобережного Лісостепу України (Сумська область) дало можливість отримати висоту рослин 198 і 208 см відповідно, однак за рівнем врожайності останній гібрид поступався на 3,5 т/га [198].

Дослідження проведені у зоні Північно-східного Лісостепу М. С. Кравченком, І. М. Масик та ін. встановлено, що умови 2006–2007 років були дуже посушливими, і висота рослин становила 167 см. За даними досліджень 2008 року вона була понад 180 см [189].

Стандартною висотою прикріплення господарсько придатного качана є рівень від 50 до 80 см. Однак, надто високе прикріплення качана може бути причиною вилягання посіві [267], тоді як зменшення висоти прикріплення господарсько-цінного качана на 1 см призводить до втрат урожаю на 16,4 кг/га [268].

Важливим показником для механізованого збирання кукурудзи є вологість зерна під час збирання. Коли вона перебуває в межах від 25 до 27 % зерно пошкоджується як найменше, коли цей показник має більше значення спостерігається неповний обмолот качанів. За вологості приблизно 15 % можливі втрати від самообрушення [269].

Отримані дані досліджень за висотою рослин і висотою прикріплення господарсько-цінного качана коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978

в агрокліматичних умовах Лісостепу свідчать про більшу залежність прояву вивчених ознак від погодних умов року дослідження, ніж від генотипу аналогів, висота яких у більшості знаходилася на рівні стандарту (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

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

Гібридна комбінація		Висота рослин			Висота прикріплення господарсько-цінного качана		
		см	± до контролю	V, %	см	± до контролю	V, %
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)		181,1	—	8,8	63,4	—	28,8
ПЗС×П5СВСІСІ		178,1	-3,0	8,8	67,4	+4,0	23,6
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ		179,0	-2,1	12,1	66,4	+3,0	31,0
ПЗзМ×П5СВСІСІ		174,0*	-7,1	10,9	63,9	+0,5	19,9
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ		181,1	0	16,1	62,1	-1,3	26,1
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ		183,8	+2,7	9,3	68,4*	+5,0	25,6
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ		183,5	+2,4	10,9	70,2*	+6,8	22,7
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ		185,1	+4,0	8,3	64,9	+1,5	21,6
ПЗМa1a1×П5МBа1a1		186,8	+5,7	7,3	68,7*	+5,3	19,5
ПЗзМАСR×П5МBР-RR		192,9*	+11,8	8,2	63,7	+0,3	21,1
НР ₀₅	фактор А (середовище)	3,8			2,5		
	фактор В (генотип)	6,9			4,6		
	фактор АВ (взаємодія)	12,0			8,0		

Примітка: * – істотно на рівні $P>0,05$;
V, % – коефіцієнт варіювання.

Усі досліджувані коізогенні аналоги мали висоту рослин від 174,0 до 192,9 см. Однак, істотне її збільшення (на 11,8 см до контролю 181,1 см), як у середньому так і за три роки досліджень, спостерігалось у гібридної

комбінації ПЗзMACR×П5MBP-RR з материнською лінією фертильний закріплювач молдавського типу стерильності і генетичними маркерами ACR, і батьківською лінією з генами відновлення фертильності і маркером P-RR (рис. 5.1).



Рисунок 5.1. Висота рослин коізогенного аналога гібрида Піонер-Гран 3978 ПЗзMACR×П5MBP-RR (в агрокліматичних умовах Лісостепу)



Рисунок 5.2. Висота рослин коізогенного аналога гібрида Піонер-Гран 3978 ПЗзМ×П5CVCICI (в агрокліматичних умовах Лісостепу)

Стабільне (як у середньому, так і за окремі роки досліджень), хоча і не достовірне зменшення висоти рослин у досліді, відмічали у коізогенного аналога ПЗзМ×П5CVCICI (рис. 5.2).

За трьохрічними даними висота прикріплення господарсько-цінного качана у гібридних форм була в межах від 62,1 до 70,2 см. Її суттєве збільшення на 6,8 см до контролю (63,4 см) забезпечили коізогенний аналог ПЗзMVg1Vgla2a×П5CVCICI з материнською лінією функціонального типу стерильності і маркером a2, та на 5,3 і 5,0 см мали відповідно гібридна

комбінація ПЗМ $alal$ ×П5МВ $alal$ і аналог ПЗзМа $2a2$ ×П5СВ $CICI$ з материнськими формами молдавського типу (стерильною і фертильною) із генетичними маркерами al і $a2$.

За дослідженнями 2006 року висота рослин становила від 184,8 до 204,9 см, у 2007 — від 152,8 до 174,5 см, тоді як у 2008 — вона становила від 178,2 до 199,4 см (додаток В.8). Достовірне її збільшення у 2006 та 2007 роках на 12,6 і 14,0 см до контрольного варіанту мала гібридна комбінація ПЗзМА CR ×П5МВ $P-RR$ з материнською лінією — фертильний закріплювач молдавського типу стерильності з генетичними маркерами ACR , а батьківська лінія з генами відновлення фертильності і маркером $P-RR$. За спостереженнями 2008 істотне її зменшення (на 6,2 і 12,3 см) мали коізогенні аналоги парагвайського і фертильний закріплювач молдавського типів стерильності (ПЗС×П5СВ $CICI$ — 184,3 і ПЗзМ×П5СВ $CICI$ — 178,2). Суттєве збільшення показника у досліді (на 8,9 см), як і у 2007 році, забезпечила гібридна комбінація ПЗзМА CR ×П5МВ $P-RR$.

Варіювання ознаки у більшості коізогенних аналогів упродовж років дослідження було незначним, окрім, коізогенних аналогів ПЗзМ×П5СВ $CICI$, ПЗзМ $Vg1Vgla2a$ ×П5СВ $CICI$ і гібридної комбінації ПЗМа $2a2$ ×П5СВ $CICI$, які мали середнє значення коефіцієнта варіювання у 2007 році (додаток В.9).

Висота закладання господарсько-цінного качана в досліджуваних гібридних форм у 2006 році становила від 65,9 до 74,5 см, у 2007 — від 41,7 до 52,2 см, тоді як у 2008 — від 74,4 до 86,9 см. Суттєве її збільшення на 7,2 см у 2006 році і на 10,8 см у 2007 році мала гібридна комбінація ПЗМ $alal$ ×П5МВ $alal$ з материнською лінією молдавського типу стерильності і маркером al у обох батьківських компонентах. В цей період спостерігали найменшу висоту закладення господарсько-цінного качана у досліді через складні погодні умови. Однак, впливу на придатність гібридів до механізованого збирання це не мало. Достовірне її зменшення (від 5,4 до 7,1 см) у 2008 році мали гібридні комбінації ПЗМа $2a2$ ×П5СВ $CICI$ (76,0 см), ПЗзМА CR ×П5МВ $P-RR$ (76,1 см), і коізогенний аналог ПЗзМ×П5СВ $CICI$

(74,4 см), тоді як збільшення — на 5,4 см забезпечив аналог ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ (86,9 см) за даних контролю 81,5 см.

За вирощування коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу у більшості аналогів за середніми даними не виявлено істотної різниці за висотою рослин і висотою прикріплення качана, крім висоти рослин у коізогенного аналога ПЗзМ×П5СВСІСІ і гібридної комбінації ПЗзМАСР×П5МВР-RR, а також висоти прикріплення господарсько-цінного качана у гібридних форм ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vgla2а×П5СВСІСІ і ПЗзМа1а1×П5МВa1а1.

Аномальне підвищення температури повітря, мала і нерівномірний розподіл кількості опадів у 2006–2008 роках в агрокліматичних умовах Степу дали можливість оцінити досліджуванні гібриди в стресових умовах. Аналіз даних висоти рослин і висоти прикріплення господарсько-цінного качана у коізогенних аналогів свідчить, що, в середньому за роки досліджень, спостерігалось збільшення цих показників від 198,0 до 219,0 см та від 76,1 до 85,4 см відповідно (табл. 5.6).

Однак, істотний приріст висоти рослин від 9,2 до 18,7 см, до висоти контрольного варіанту 200,3 см, мали аналоги ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ і гібридна комбінація ПЗзМАСР×П5МВР-RR.

Суттєве збільшення висоти прикріплення качана від 7,0 до 10,1 см забезпечили майже всі гібридні форми, крім коізогенного аналога з материнською лінією парагвайського типу стерильності ПЗС×П5СВСІСІ.

За даними 2006 року висота рослин у коізогенних аналогів становила від 214,5 до 232,6 см, у 2007 — від 197,7 до 218,7 см, тоді як у 2008 — від 184,6 до 208,0 см (додаток В.10). Істотне збільшення висоти рослин у 2006 році від 9,5 до 19,9 см до контролю (212,7 см) мали гібридні форми ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ, ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ і ПЗзМАСР×П5МВР-RR, у 2007 — на 12,9 і 16,6 см до контролю (202,1 см),

мали коізогенний аналоги ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI і гібридна комбінація ПЗзMACR×П5MBP-RR.

Таблиця 5.6

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

Гібридна комбінація		Висота рослин			Висота прикріплення господарсько-цінного качана		
		см	± до контролю	V, %	см	± до контролю	V, %
ПЗCa2a2×П5CVCICI (контроль)		200,3	—	6,5	74,7	—	6,3
ПЗC×П5CVCICI		202,0	+1,7	5,7	76,1	+1,4	5,9
ПЗзCa2a2×П5CVCICI		209,5*	+9,2	7,0	81,9*	+7,2	8,2
ПЗзМ×П5CVCICI		198,0	-2,3	5,5	80,4*	+5,7	7,7
ПЗMa2a2×П5CVCICI		209,2*	+8,9	5,2	82,9*	+8,2	5,0
ПЗзMa2a2×П5CVCICI		212,9*	+12,6	5,6	83,1*	+8,4	7,8
ПЗзMVg1Vg1a2a×П5CVCICI		205,6	+5,3	5,7	85,0*	+10,3	7,0
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI		209,6*	+9,3	7,0	82,2*	+7,5	13,6
ПЗMalal×П5MBalal		205,3	+5,0	8,6	82,8*	+8,1	10,5
ПЗзMACR×П5MBP-RR		219,0*	+18,7	5,4	85,2*	+10,5	6,8
НР ₀₅	фактор А (середовище)	3,4			2,1		
	фактор В (генотип)	6,3			3,8		
	фактор АВ (взаємодія)	10,8			6,7		

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

V – коефіцієнт варіювання, %

У 2008 році чотири гібридні форми ПЗMa2a2×П5CVCICI, ПЗзCa2a2×П5CVCICI ПЗзMACR×П5MBP-RR і ПЗзMa2a2×П5CVCICI забезпечили суттєве збільшення показника від 13,2 до 21,9 см. Варіювання

цієї ознаки у вище вказаних коізогенних аналогів за роки проведення дослідження було незначним, що вказує на вирівняність генотипу за даним показником (додаток В.11).

Висота прикріплення господарсько-цінного качана коізогенних аналогів у 2006 році мала показники від 80,8 до 90,5 см, у 2007 році вирощування була від 74,9 до 88,5 см, а у 2008 році вона складала від 72,1 до 83,3 см. Достовірне її збільшення у 2006 році мали всі аналоги, крім форми ПЗС×П5СВСІСІ, у 2007 році (від 7,1 до 16,0 см) — більшість аналогів, крім двох гібридних форм ПЗС×П5СВСІСІ і ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ у яких висота прикріплення качана була у межах контролю (72,5 см). За істотним збільшенням прояву даного показника (від 6,8 до 11,0 см) у 2008 році можна виділити чотири аналоги, материнські лінії яких містять генетичний маркера *a2*: ПЗМа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ, ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ і ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ. Варіювання висоти прикріплення господарсько-цінного качана протягом 2006–2008 років у аналогів, які забезпечили суттєве його збільшення, було незначним. І лише коізогенний аналог ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ у 2007 році характеризувався середнім варіюванням ознаки.

За вирощування коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу встановлено, що як в середньому, так і за окремими роками досліджень істотно максимальне збільшення висоти рослин забезпечила лише одна гібридна комбінація ПЗзМАСR×П5МВР-RR (рис. 5.3), із високою генетичною вирівняністю.

Стабільне збільшення висоти прикріплення качана за 2006–2008 роки мали аналоги за наявності у їх материнських лініях генетичного маркера *a2*: на фертильній основі парагвайського ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ, а також два на стерильній основі молдавського типів стерильності ПЗМа2а2×П5СВСІСІ і ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ. Однак, найменшу хоча і не істотну висоту закладення господарсько-цінного качана у досліді забезпечив аналог ПЗзМ×П5СВСІСІ (рис. 5.4).



*Рисунок 5.3. Висота рослин
коізогенного аналога гібрида
Піонер-Гран 3978
ПЗ3МАСR×П5МВСВР-RR(в
агрокліматичних умовах Степу)*



*Рисунок 5.4. Висота рослин
коізогенного аналога гібрида
Піонер-Гран 3978
ПЗ3М×П5СВСІСІ (в
агрокліматичних умовах Степу)*

За вирощування коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу зміна показників (у бік їх збільшення) придатності гібридів до механізованого збирання була неістотною (табл. 5.7.). Коефіцієнт варіювання за висотою рослин був незначним, тоді як за висотою прикріплення господарсько-цінного качана — середнім.

Упродовж років досліджень висота рослин коізогенних аналогів у 2006 році була в межах від 202,2 до 204,9, у 2007 — від 175,9 до 182,7 см, а у 2008 — від 190,0 до 194,7 см (додаток В.12). Висота прикріплення господарсько-цінного качана гібридних комбінацій у перший рік проведення досліджень була від 72,8 до 75,0, у другий — від 54,7 до 59,6, а у третій — від 75,7 до 78,2 см, відповідно до даних контролю 74,1, 56,0, 79,2 см. Отже, зміна

величини основних морфологічних показників у гібридних форм, відносно контролю суттєвої різниці не забезпечила.

Таблиця 5.7

**Висота рослин і висота прикріплення господарсько-цінного качана
коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах
Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Висота рослин			Висота прикріплення господарсько-цінного качана		
		см	± до контролю	V, %	см	± до контролю	V, %
П7С×П26СВа1а1 (контроль)		189,7	—	6,9	69,8	—	15,8
П7зС×П26СВа1а1		191,2	+1,5	7,0	68,6	-1,2	16,9
П7зСVg1Vg1×П26СВа1а1		192,5	+2,8	6,3	70,6	+0,8	13,9
П7зСа1а1×П26СВа1а1		192,9	+3,2	6,1	68,6	-1,2	13,6
П7зСАСR×П26СВСІСІ		190,4	+0,7	6,5	70,2	+0,4	11,7
НР ₀₅	фактор А (середовище)	5,3			3,4		
	фактор В (генотип)	6,9			4,4		
	фактор АВ (взаємодія)	11,9			7,7		

Примітка: * – істотно на рівні $P>0,05$;
V – коефіцієнт варіювання, %

Тобто, за даних умов вирощування коізогенні аналоги не мали переваг до контролю, незалежно від генотипу материнського компоненту і характеризувались незначним коефіцієнтом варіювання (додаток В.13).

За вирощування коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу у роки проведення досліджень висота рослин, як і висота прикріплення господарсько-цінного качана в аналогів зменшилася. Істотною різниця, за обома показниками, була у всіх аналогів, (табл. 5.8). За висотою рослин різниця аналогів до контролю (221,6 см) становила від 10,6 до 14,3 см, тоді як за висотою прикріплення господарсько-

цінного качана — від 5,4 до 8,3 см. Варіювання показників придатності до механізованого збирання було незначним, як у середньому так і за окремими роками досліджень, що свідчить про їх вирівняність незалежно від погодних умов (додаток В.13).

Таблиця 5.8

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

Гібридна комбінація		Висота рослин		Висота прикріплення господарсько-цінного качана		
		см	± до контролю	V, %	см	± до контролю
П7С×П26СВа1а1 (контроль)		221,6	—	7,0	88,5	—
П7зС×П26СВа1а1		209,7*	-11,9	5,9	77,2*	-11,3
П7зСVg1Vg1×П26СВа1а1		211,0*	-10,6	5,7	81,8*	-6,7
П7зСа1а1×П26СВа1а1		209,9*	-11,7	6,4	80,7*	-7,8
П7зСАСR×П26СВСІСІ		207,3*	-14,3	5,3	77,4*	-11,1
НР ₀₅	фактор А (середовище)	6,0			2,6	
	фактор В (генотип)	7,8			3,4	
	фактор АВ (взаємодія)	13,5			5,8	

Примітка: * – істотно на рівні $P>0,05$;
V – коефіцієнт варіювання, %.

Зменшення лінійних розмірів показників придатності до механізованого збирання відмічали і у окремі роки проведення досліджень. Висота рослин коізогенних аналогів у 2006 році була в межах від 220,2 до 222,7 см за даних контролю 235,3 см, у 2007 — від 200,4 до 209,1 із контролем — 221,6 см. За даними 2008 року вона становила від 197,2 до 201,4 см, із даними контролю 207,7 см.

Суттєве зменшення висоти рослин забезпечила гібридна комбінація П7зСАСR×П26СВСІСІ (рис. 5.5) материнська лінія якої фертильний

закріплювач стерильності парагвайського типу з домінантними генетичними маркерами *ACR*, а батьківська — з генами відновлення фертильності і маркером *CI*.

Висота прикріплення качана у аналогів за даними 2006 року становила від 79,2 до 85,4 см, у 2007 — від 75,7 до 85,4 см, а в умовах 2008 року — від 70,4 до 76,8 см. Істотне зменшення показників у перший рік дослідження мали всі аналоги, у другий — більшість гібридних форм, крім коізогенного аналога *П7зCVg1Vg1×П26СВ*alal** з материнською лінією функціонального типу стерильності. За даними 2008 року два аналог *П7зС×П26СВ*alal** і *П7зCVg1Vg1×П26СВ*alal** мали суттєве зменшення (на 10,9 і 8,1 см) висоти прикріплення господарсько-цінного качана (рис. 5.6).



Рисунок 5.5. Висота рослин коізогенного аналога гібрида Гран-6 П7зСАСR×П26СВСІСІ (в агрокліматичних умовах Степу)



Рисунок 5.6. Висота рослин коізогенного аналога гібрида Гран-6 П7зС×П26СВ*alal* (в агрокліматичних умовах Степу)

Не істотне збільшення висоти рослин і висоти прикріплення господарсько-цінного качана у коізогенних аналогів в агрокліматичних

умовах Лісостепу і суттєве зменшення цих показників в умовах Степу не вплинули на їх придатність до механізованого збирання врожаю.

5.3. Стійкість коізогенних аналогів гібридів кукурудзи до пошкодження кукурудзяним метеликом і ураження пухирчастою сажкою

Отримання високих і стабільних урожаїв кукурудзи забезпечується генетичним потенціалом гібрида, який в тому числі, обумовлює і рівень стійкості до пошкодження шкідниками і ураження хворобами, життєдіяльність яких призводить до зниження і погіршення якості продукції.

Селекціонери постійно ведуть пошук нових джерел стійкості гібридів кукурудзи, використовуючи для їх створення різноякісний генетичний матеріал [270, 271]. Залежно від походження, стійкими до ураження є північноамериканські та східноазіатські, а найбільш уразливими — південноамериканські та західноєвропейські зразки кукурудзи [272, 273].

Більше чотирьох сотень шкідників пошкоджують кукурудзу. З них найбільша шкодочинність спостерігається від озимої і хлопкової совки, дротянки, злакової попелиці, шведської мухи [274], стеблового кукурудзяного метелика [275, 276] і західного кукурудзяного жука. Останній був виявлений у 2001 році у Закарпатській області, а основним методом боротьби з ним є дотримання сівозміни. [277].

В Україні втрати врожаю від пошкодження кукурудзяним метеликом [278, 279] можуть становити від 6 до 25%, іноді вони сягають 50–80 % [280]. Найбільшій шкодочинності посівам метелик наносить в агрокліматичних умовах Лісостепу. Однак, необхідно пам'ятати, що середньостиглі гібриди більше пошкоджуються кукурудзяним метеликом, так як у період росту і розвитку рослин метелик встигає дати перше і друге покоління. [281] Активному його розвитку сприяють висока температура повітря (+25° С) і надмірне зволоження (до 100 %). Тому, у посушливі роки спостерігається менший відсоток пошкоджених рослин. [279, 282]. За даними А. І. Юрку, у

дев'яностих роках минулого століття втрати врожаю в умовах Молдови досягали 45 %, тоді як за даними дослідників Краснодарського краю вони становили приблизно 31 % від комплексу паразитуючих організмів, в які входили кукурудзяний метелик, ураження сажкою та інші.[283]. В умовах Казахстану, особливо в південній його частині втрати врожаю можуть в окремі роки сягати до 53 % [284]. За таких умов на Кіровоградській державній сільськогосподарській дослідній станції НААН протягом 2005–2006 років вирощування кукурудзи, майже кожен качан мав пошкодження [285]. На початку 2015 року наявність зимуючого шкідника у залишках рослинної продукції в середньому досягала 13 %, що сприяло значному відсотку пошкодження рослин [279].

Слід зазначити, що за повторного вирощування культури пошкодження метеликом може становити 10,2 %, тоді як на третій рік беззмінного вирощування воно збільшується до 12,8 %. Подібна тенденція спостерігається за ураження сажкою. У другий рік вирощування кукурудзи у монокультурі уражується 4,8 % рослин, а у наступному спостерігалось їх збільшення до 6,1 % [120].

Необхідно враховувати, що пошкоджені кукурудзяним метеликом рослини мають меншу стійкість до ураження пухирчастою сажкою і втрати врожаю можуть досягати 10–60 % [134].

Тому, створення і впровадження стійких, до пошкодження кукурудзяним метеликом, гібридів кукурудзи не лише забезпечить максимально можливе отримання врожаю, а й суттєво зменшить розмноження шкідника [281] і зекономить кошти на захист посівів від шкідника.

Вивчення коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 за стійкістю до пошкодження кукурудзяним метеликом в агрокліматичних умовах Лісостепу показало, що гібриди характеризуються дуже високою стійкістю до цього шкідника (табл. 5.9).

Згідно даних класифікатора-довідника виду *Zea mays L.* досліджувані гібриди за стійкістю до пошкодження кукурудзяним метеликом можна розділити на групи: від 0 до 5 % — дуже висока, 6–15 % — висока, 16–25 % — середня, 26–50 % — низька і більше 50 % — дуже низька.

Найбільшу частку уражених рослин у досліді мали аналоги, материнські лінії яких не мають генетичного маркера: ПЗС×П5СВСІСІ (парагвайського) — 2,7 % і ПЗзМ×П5СВСІСІ (фертильний закріплювач молдавського типів стерильності) — 3,1 % Пошкодження рослин такого рівня спостерігали впродовж усіх років досліджень (додаток В 15.).

Таблиця 5.9

Пошкодження кукурудзяним метеликом та ураження пухирчастою сажкою коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Пошкодження кукурудзяним метеликом, %		Ураження пухирчастою сажкою, %	
	Лісостеп	Степ	Лісостеп	Степ
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	0,6	0	1,0	0
ПЗС×П5СВСІСІ	2,7	0	4,9	1,8
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	1,6	0	4,0	1,7
ПЗзМ×П5СВСІСІ	3,1	0	0,6	2,1
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	1,8	0	4,7	1,7
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	0,6	0	3,1	2,3
ПЗзМVg1Vg1а2а2×П5СВСІСІ	0,5	0	8,7	4,7
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	0,6	0	6,7	1,0
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	0,5	0	1,7	0
ПЗзМАСR×П5МВСВР-RR	0,5	0	7,8	4,7
НІР ₀₅	0,1	— *	0,2	0,1

Примітка: * – НІР не розраховували

Необхідно зазначити, що в середньому найменшу частку пошкодження серед аналогів, відповідно контролю (0,7 %), забезпечили коізогенний

аналог ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI і гібридні комбінації ПЗMalal×П5MBalal, ПЗзMACR×П5MBCBP-RR. Ці ж гібридні форми у погодних умовах 2007 році взагалі не мали пошкодження, тоді як у 2006 і 2008 роках воно було незначним. Природні умови Степу дали змогу характеризувати досліджувані гібридні комбінації як повністю стійкі до пошкодження кукурудзяним метеликом.

У світовому виробництві кукурудзи втрати від хвороб складають 9,4 % [268]. В агрокліматичних умовах України ураження пухирчастою сажкою в середньому становить від 3 до 6 %, а в окремі роки може досягати 10–60 %, залежно від фізіологічного стану посівів, ґрунтово-кліматичних умов [278, 286–288] та генетичного різноманіття. [273]. Так, в агрокліматичних умовах Степу більший відсоток ураження спостерігався за вирощування на богарі — 71 %, тоді як на зрошенні — 21 %. У східній частині Грузії з 1950 до 1960 роки, за середніми даними, ураження пухирчастою сажкою спостерігалось на рівні 9,2 %, а у південній частині Приморського краю – 50 % [284].

У період вегетації рослин кукурудзи сажка може давати до п'яти поколінь. За даними О. Грикун, найбільший відсоток ураження (до 50 %) відбувається у фазу цвітіння волоті [278, 291].

Згідно класифікатора-довідника виду *Zea mays*, [292] досліджувані гібриди за стійкістю до ураження пухирчастою сажкою можна розділити на групи: від 0 до 5 % — дуже висока, 6–10 % — висока, 11–25 % — середня, 26–50 % — низька і більше 50 % — дуже низька.

У наших дослідженнях частка ураження рослин кукурудзи пухирчастою сажкою змінювалася, як за зонами вирощування, так і за генотипами. В агрокліматичних умовах Лісостепу найбільшим ураженням, за трьохрічними даними, характеризувалися гібридні форми: ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI — 8,7; ПЗзMACR×П5MBCBP-RR — 7,8 і ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI — 6,6 %. Інші аналоги мали дуже високий рівень стійкості в межах від 0,6 до 4,9 % (табл. 5.9). З них найменшу частку ураження рослин у середньому за три роки мав коізогенний аналог

ПЗзМ×П5СВСІСІ — 0,6 %. Підтвердження цьому є дані ураження її у 2006 році — 0,5 і у 2007 році — 1,3 % (додаток В.15), що вказує на стійкість гібрида до грибкових хвороб. Проте слід зазначити, що значне ураження впродовж досліджуваних років мав аналог гібрида Піонер-Гран 3978, насінництво якого виконується на функціональному типі стерильності з генетичним маркером *a2* (ПЗзМVg1Vgla2a2×П5СВСІСІ). Частка ураження його рослин упродовж 2006–2008 років становила від 8,3 до 9,0 %, що характеризує гібрид як менш стійкий відносно до контролю і його коізогенних аналогів.

За обстеження гібридів на дослідній ділянці в агрокліматичних умовах Степу виявлено, що вони мають дуже високий рівень стійкості до ураження пухирчастою сажкою. Однак необхідно відмітити, що рослини гібридної комбінації ПЗMalal×П5MBalal, як в середньому так і за окремими роками досліджень, взагалі не уражувалися (додаток В.15). Інші досліджувані гібридні комбінації мали дуже високу стійкість до ураження хворобою від 1,0 до 4,9 %. Різницю ураження за роками можна пояснити погодними умовами 2007 року, які були більше сприятливими для розвитку хвороби. Слід зазначити, що аналог ПЗзМVg1Vgla2a2×П5СВСІСІ (материнська лінія — функціонального типу стерильності з генетичним маркером *a2*) і гібридна комбінація ПЗзMACR×П5МВСВР-RR (материнська форма — фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з маркерами *ACR*) за роками досліджень мали частку уражених рослин у межах 4,7 %. Однак, незважаючи на це, вони характеризувалися вищою врожайністю ніж контрольний варіант). Натомість, коізогенні аналоги ПЗС×П5СВСІСІ і ПЗзMa2a2×П5СВСІСІ в умовах 2008 року взагалі не мали уражених рослин.

Погодні умови року мали значний вплив на пошкодження шкідниками та ураження хворобами рослин кукурудзи. Досліджувані генотипи проявили себе по-різному. Так, аналізуючи гібридні комбінації за генотипом у обох зонах дослідження, найменшу частку пошкодження рослин кукурудзяним метеликом, або його відсутність, мали аналоги: ПЗзМVg1Vgla2a2×П5СВСІСІ

і ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI, та гібридні комбінації ПЗMalal×П5MBalalі ПЗзMACR×П5MBCBP-RR. Найменший відсоток ураження пухирчастою сажкою забезпечила гібридна комбінація ПЗMalal×П5MBalal.

Досліджуючи частку пошкодження рослин коізогенних аналогів гібрида Гран-6 кукурудзяним метеликом встановлено, що в агрокліматичних умовах Лісостепу аналоги характеризувалися дуже високим рівнем стійкості (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Пошкодження кукурудзяним метеликом та ураження пухирчастою сажкою аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Пошкодження кукурудзяним метеликом, %		Ураження пухирчастою сажкою, %	
	Лісостеп	Степ	Лісостеп	Степ
П7С×П26CBalal	2,4	0	0,4	0
П7зС×П26CBalal	2,0	0	4,3	0
П7зCVg1Vg1×П26CBalal	1,2	0	3,5	0,6
П7зCalal×П26CBalal	0,4	0	0,9	0
П7зCACR×П26CVCICI	0	0	0,8	0
НІР ₀₅	0,1	— *	0,2	0,1

Примітка: * – НІР не розраховували

Серед досліджуваних аналогів в агрокліматичних умовах Лісостепу гібридна комбінація ПЗзMACR×П5MBCBP-RR взагалі не пошкоджувалася, тоді як у інших гібридних форм відсоток пошкодження становив від 1 до 2 %.

В агрокліматичних умовах Степу рослини коізогенних аналогів гібрида Гран-6 не пошкоджувалися кукурудзяним метеликом (додаток В.16.).

За даними ураження рослин пухирчастою сажкою в агрокліматичних умовах Лісостепу у коізогенних аналогів виявлено дуже високий рівень стійкості (0,8–4,3 %). Найменшу (0,8 і 0,9 %) частку ураження рослин було

зафіксовано у гібридних комбінаціях $P73CACR \times P26CBICi$ $P73Calal \times P26CBalal$. Аналізуючи дані ураження вище вказаних аналогів за 2006–2008 роки, можна зазначити, що для розвитку хвороби на кукурудзі більш сприятливими виявилися агрокліматичні умови 2008 року.

За вирощування коізогенних аналогів в агрокліматичних умовах Степу майже у всіх гібридів ураження рослин хворобою не встановлено. Лише у гібридної форми $P73CVg1Vg1 \times P26CBalal$ з материнською лінією функціонального типу стерильності ураження було на рівні 0,6 %.

Висновки до розділу 5

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

2. Доведено, що широкий діапазон варіювання висоти рослин і висоти прикріплення господарсько-придатного качана у коізогенних аналогів за 2006–2008 роки в агрокліматичних умовах Лісостепу і незначний — в умовах Степу не вплинули на їх придатність до механізованого збирання врожаю. Однак, найвищими показниками, відносно контролю, характеризувалася гібридна комбінація $P33MACR \times P5MBCBP-RR$ (материнська лінія — фертильний закріплювач стерильності молдавського типу з генетичними маркерами *ACR*, які в гомозиготному стані визначають наявність антоціанового забарвлення алейрону і перикарпію, батьківська лінія — з генами відновлення фертильності має маркер *P-RR*, який викликає червоне забарвлення перикарпію) в обох пунктах випробування.

3. Встановлено, що використання для створенні гетерозисного гібридного насіння материнських ліній з генетичними маркерами *a1* і *a2* не має негативного впливу на висоту рослин і висоту прикріплення качана.

4. Доведено, що використання ГСКР на основі генів *Vg* функціонального та *ms5* і *ms13* ядерного типів стерильності не впливає на показники придатності гібридів до механізованого збирання.

5. Встановлено, що найменшу частку пошкодження рослин кукурудзяним метеликом у досліді мали аналоги гібрида Піонер-Гран 3978: ПЗзMVg1Vgla2a2×П5CVCICI, ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI, і ПЗзMa2a2×П5CVCICI, та гібридні комбінації ПЗMalal×П5MBalal і ПЗзMACR×П5MBCBP-RR, тоді як найменший відсоток ураження пухирчастою сажкою забезпечила гібридна комбінація ПЗMalal×П5MBalal.

6. Встановлено, що найменшу частку пошкодження рослин кукурудзяним метеликом, як і ураження пухирчастою сажкою, мали коізогенний аналог гібрида Гран-6: П7зCalal×П26CBalal та гібридна комбінація ПЗ7зCACR×П26CBP-RR.

Матеріали досліджень цього розділу автором опубліковано в працях [174, 211, 212, , 216–218, 224, 227,]

РОЗДІЛ 6

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДНОЇ КУКУРУДЗИ

Починаючи з другої половини минулого сторіччя методи біотехнології знаходять все більше застосування в селекції та насінництві рослин [293–296]. Для багатьох трав'янистих рослин, насамперед суниці, картоплі, багатьох овочевих, квітково-декоративних, деяких лікарських та інших спроможних до вегетативного розмноження традиційними методами рослин вже розроблено економічно ефективні технології розмноження *in vitro* з високими показниками коефіцієнта розмноження [296–301]. Однак прискорене розмноження гібридів кукурудзи та їх компонентів (насамперед чоловічо-стерильного материнського) *in vitro* має сенс лише тоді, коли в процесі мікроклонування спадковість особини, що розмножується, залишається недоторканою [302–304].

У селекції кукурудзи виникає низка специфічних труднощів зумовлених моноецією цієї рослини, потребою в перехресному запиленні для формування якісного насіння, самонесумісністю, що хоча й забезпечує біологічний механізм постійного перехресного запилення, однак ускладнює гомогенізацію вихідного матеріалу методами інбридингу тощо, які гальмують селекційний процес. Тому розробка і вдосконалення способів прискорення селекції взагалі і зокрема швидкого розмноження найціннішого вихідного матеріалу належить до найважливіших селекційних завдань [305–308]. Найбільші перспективи в цьому напрямі селекціонери кукурудзи пов'язують з біотехнологією, насамперед з мікроклональним розмноженням материнських компонентів гетерозисних гібридів, адже для збереження достатніх рівнів стабільності генотипу під час розмноження чоловічостерильних матеріалів традиційними способами доводиться створювати і розмножувати закріплювачі стерильності і виконувати цілий комплекс загальних і вартісних заходів [309–311].

Недостатньо вивченими для культури *in vitro* є методики ізолювання яйцеклітин і спермій, їх злиття, та розвиток зародків. Для розробки методів ізолювання цих репродуктивних структур і їх примусового запліднення О. В. Ляпустіна, Н. В. Заколесник і О. В. Українець проводили морфометричні дослідження розмірів качанів, зернівок і зародкових мішків у період початку ембріогенезу (третьої до десятої доби після запилення). Ними було встановлено, можливість відбору насінних зачатків і зародків у польових умовах у потрібній стадії їх розвитку [312].

Багато дослідників вважають привабливими перспективи вегетативного розмноження *in vitro* одержаних унаслідок ручної кастрації і запилення гібридів кукурудзи з виробництвом ембріодного насіння, яке може бути вироблене у вигляді придатних до сівби сівалкою гранул, що складаються з гідрогелю, живильного середовища і соматичного ембріода та має оболонку, утворену взаємодією гідрогелю з рослинною дубильною речовиною і карбонатом кальцію [313].

6.1. Відбір найбільш ефективних експлантів компонентів гібрида

Успіх мікроклонального розмноження кукурудзи, як і будь-якої іншої рослини, залежить від середовища, умов вирощування, а головне, від наявності (чи відсутності) інфекції не лише на поверхні насіння, а й прихованої інфекції, що може проявитись на певних етапах подальшого розвитку.

Для підготовки до мікроклонального розмноження з метою відбору найбільш ефективних експлантів гібридів кукурудзи нами було поставлено на пророщування у чашки Петрі по 50 насінин материнських компонентів коізогенних ліній (ПЗСа2а2, ПЗзМ, ПЗзМVg1Vg1а2а2, ПЗМалал, ПЗзMACR) гібрида Піонер-Гран 3978 у кожному з чотирьох варіантів. У першому варіанті матеріали пророщували у стерильній дистильованій воді на фільтрувальному папері у світлових умовах, у другому — у такій же воді на фільтрувальному папері у темнових умовах, у третьому варіанті — на

грунтовій суміші (яка включала 2/3 ґрунту і 1/3 піску) у світлових умовах, а у четвертому — на ґрунтовій суміші (з тим самим співвідношенням ґрунту і піску) у темнових умовах. У першому і третьому варіантах насіння пророщували в термостаті при температурі 20–22 °С. У другому і четвертому — в лабораторній кімнаті за температури 18–20 °С і вологості 75–80 %.

Внаслідок спостережень за швидкістю проростання насіння з'ясувалось, що у першому варіанті, на зволоженому дистильованою водою фільтрувальному папері в світлових умовах, на п'яту добу отримано 26 пророслих насінин, що перевищило 50 % від числа поставлених на пророщування, на сьому їх кількість становила 36, а на десяту добу досягала 46 шт., що становила 92 %. На зволоженому фільтрувальному папері у темнових умовах кількість пророслих насінин була меншою на 6, 7 і 6 шт. відповідно на 5, 7 та 10-у добу (рис. 6.1).

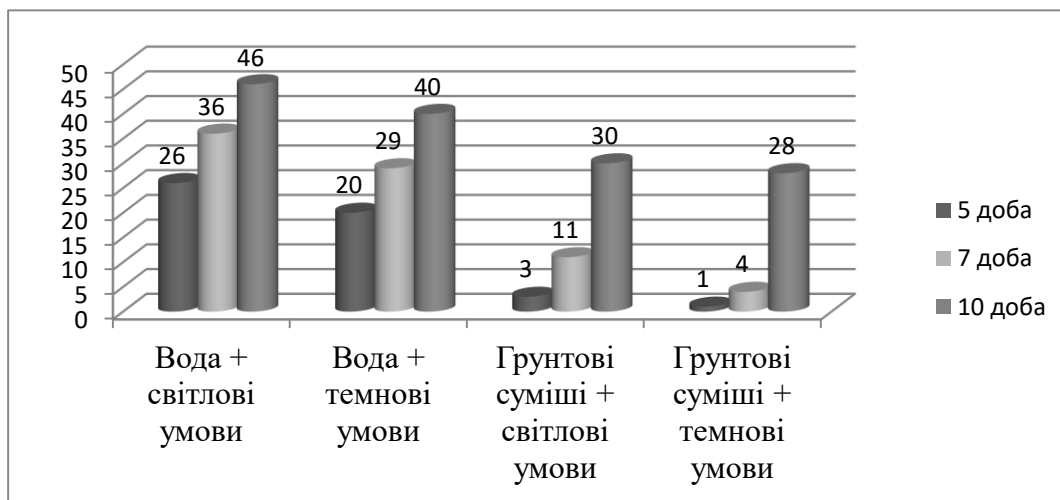


Рисунок 6.1 Кількість пророслого насіння гетерозисних гібридів кукурудзи залежно від середовища та умов пророщування, шт.

Аналізуючи діаграму можна дійти висновку, що четвертий (ґрунтові суміші в темнових умовах) і третій (ґрунтові суміші в світлових умовах) варіанти були менш ефективними варіантами пророщування насіння ніж пророщування на фільтрувальному папері. Так у третьому варіанті на п'яту

добу кількість пророслих насінин кукурудзи становила три штуки, на сьому — 11, та 30 на десяту добу. Порівняно з третім варіантом, дещо меншу кількість пророслих насінин отримано на ґрунтовій суміші в темнових умовах — одну і чотири штуки відповідно на п'яту і сьому, тоді як на десяту добу кількість пророслого насіння становила 28 штук, що близька до показника пророщування на ґрунтовій суміші в світлових умовах.

Отже, кращі умови для пророщування насіння склалися на дистильованій воді у світлових умовах (рис. 6.2). Гіршими вони були на ґрунтовій суміші в темнових умовах (рис. 6.3).



Рисунок 6.2. Проростки насіння на зволоженому дистильованою водою фільтрувальному папері в світлових умовах



Рисисунок 6.3. Проростки насіння на ґрунтовій суміші у темнових умовах

У названих варіантах відповідно отримано 91,6 та 56,4 % проростків. За пророщування на зволоженому дистильованою водою фільтрувальному папері в темнових умовах вихід стерильного біоматеріалу для *in vitro*, був на 10,8 % меншим, ніж у світлових умовах, тоді як на ґрунтових сумішах різниця між світловими і темновими умовами пророщування не виходила за межі HP_{05} (табл. 6.1).

Слід відмітити, що на початковому етапі культивування *in vitro* бактеріально-грибкові інфекції найменше проявились за використання експлантів у варіанті пророщування насіння на дистильованій воді у світлових умовах.

Таблиця 6.1

Якість стерилізації насіння гетерозисних гібридів кукурудзи залежно від середовища та умов пророщування (2014–2015 рр.)

Умови пророщування	Вихід стерильного біоматеріалу <i>in vitro</i> , %	Кількість інфікованого <i>in vitro</i> матеріалу, %
Вода + світлові умови	91,6	17,4
Вода + темнові умови	80,8	31,1
Грунтові суміші + світлові умови	60,8	44,9
Грунтові суміші + темнові умови	56,4	80,2
НІР ₀₅	6,2	4,5

При цьому частка інфікованих експлантів не перевищувала 17,4 %, тоді як за пророщування насіння на ґрунтовій суміші у темнових умовах частка інфікованого матеріалу досягала 80,2 %. За інших варіантів пророщування насіння відсоток інфікованого матеріалу варіював від 31 до 45 відсотків.

З'ясувалось, що швидкий ріст і розвиток рослинного матеріалу було досягнуто у першому варіанті — за пророщування на змоченому дистильованою водою фільтрувальному папері в світлових умовах, температурі 20–22°C і вологості повітря 85–87 %, тому у своїх подальших дослідженнях для пророщування насіння було використано умови першого варіанту рекогносцирувального досліджу.

6.2. Ефективність стерилізації рослинного матеріалу залежно від типу стерилізатора та експозиції

На поверхні насінини, як і в середині неї (прихована інфекція), може знаходитися велика кількість грибкових і бактеріальних інфекцій, що поглинають поживні речовини живильного середовища, а також пригнічують та гальмують розвиток експланта. Тому важливим етапом мікроклонального

розмноження є процес стерилізації рослинного матеріалу та підбір стерилізаторів і експозиції безпосередньо перед введенням.

Однак, після визначення найкращих умов для пророщування насіння перед нами постало завдання з'ясувати особливості застосування загальноновживаних і нових стерилізаторів та підібрати оптимальні режими для ефективної стерилізації проростків кукурудзи.

Стерилізацію починали зі стерилізації приміщення та інструментів, а потім стерилізували рослинний матеріал. Проростки рослинного матеріалу зрізували скальпелем підтримуючи пінцетом, для цього інструменти попередньо пропарювали за температури 180–200 °С. Перед стерилізацією для змивання грибкової і бактеріальної інфекції проростки промивали мильною і стерильною водою впродовж 15–20 хвилин. У ламінар-боксі проводили стерилізацію експлантів і переносили на живильне середовище Мурасіге і Скуга з половинним вмістом солей.

За стерилізатори використовували гіпохлорид натрію та перкарбонат натрію (водно хлоридний та кисневий відбілювачі). Гіпохлорид натрію, як контрольний стерилізатор, застосовували у багаторазово перевіреній у попередніх дослідах концентрації розводячи комерційний відбілювач «Білизна» стерильною дистильованою водою у співвідношенні 1:3. Перкарбонат натрію використовували у трьох концентраціях: 1,5, 3,0 і 6,0 %.

Загальноновживаною методикою підготовки рослинного матеріалу з пророщеного насіння для отримання знезаражених експлантів рекомендується промивання його мильною водою, а потім дистильованою з подальшою стерилізацією та перенесенням на живильне середовище. Однак наші дослідження засвідчили недостатність промивання насіння мильною і дистильованою водою, після якого на експлантах, заготовлених з підготовленого до введення *in vitro* за згаданою технологією матеріалу і введених на живильне середовище, в їх подальшому розвитку на всіх рослинах проявилася інфекція ще на початкових етапах культивування.

Для подолання грибково-бактеріальної інфекції нами, крім протокового промивання насіння мильною і дистильованою водою протягом 15–20 хв., було застосовано додаткову попередню обробку матеріалу гіпохлоридом натрію впродовж 20 хв та промивання стерильною водою, що забезпечило первинне знезараження від поверхневої інфекції. Після цього промиті проростки стерилізували різними стерилізаторами з різними експозиціями.

У варіантах з перкарбонатом натрію 3,0 % розчин виявився кращою концентрацією препарату за виходом життєздатних експлантів за 15- та 30-хвилинної експозиції. Проте, 100 % пошкодження і загибель експлантів від некрозів спостерігалось за 45-хвилинної експозиції (табл. 6.2).

Використання 1,5 % розчину за 15-хвилинної експозиції було неефективним. Усі експланти у цьому варіанті були інфіковані і невдовзі загинули. Збільшення експозиції до 30 хв. дало змогу отримати 14,3 % життєздатних експлантів, однак частка інфікованого матеріалу перевищила 85 %, а подальше збільшення тривалості обробки до 45 хв. хоча й сприяло зменшенню частки інфікованих експлантів до близько 30 % призвело до некрозів з понад 70 % кількістю.

За 6,0 % концентрації перкарбонату натрію було отримано 55,7 та 43,7 % життєздатних експлантів у варіантах з 15- та 30-хвилинною експозицією відповідно; не було інфікованих експлантів у жодному з варіантів цієї концентрації, однак кількість експлантів з некрозом досягала 44,3 і 56,3 % у згаданих експозиціях і зросла до 100 % при збільшенні тривалості обробки до 45 хв.

Виконаними дослідженнями з'ясовано, що ефективна стерилізація перед введенням в ізолювану культуру пророслого насіння гібридної кукурудзи було досягнена у варіанті з 3,0 % перкарбонатом натрію та 15-хвилинною експозицією обробки (рис 6.4), що не поступалась протоковому варіанту з 10 % гіпохлоридом натрію і тією ж експозицією (рис. 6.5).

Таблиця 6.2

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

Стерилізатор	Концентрація, %	Експозиція стерилізації, хв	Вихід життєздатних експлантів, %	Частка інфікованого матеріалу, %	Кількість експлантів з некрозом, %
Гіпохлорид натрію	10	15	86,3	0	13,7
		30	63,1	0	36,9
		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

НІР₀₅

7,3

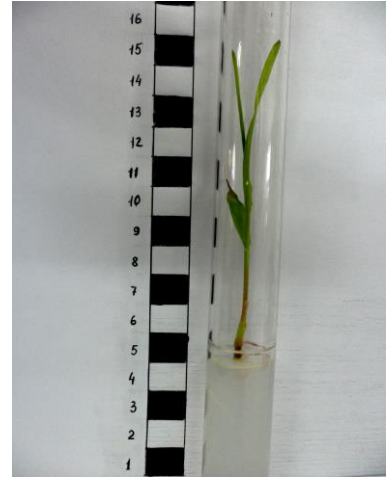
Однак, серед материнських ліній найвищу частку життєздатних експлантів забезпечили материнські лінії ПЗ*Malal* і ПЗз*MACR*, які за стерилізації 10 % гіпохлоридом натрію і експозицією 15-хв забезпечили 96 %, тоді як за використання 3 % перкарбонату натрію із тією ж експозицією мали відповідно 98 та 94 виходу матеріалу для введення *in vitro* (додаток Д.1).

Вихід життєздатних експлантів у цих варіантах дослідів відповідно досягав 86,3 і 85,7 %, різниця між якими не перевищує НІР₀₅. Результати цілком достатні для таких дослідів, а значить стерилізація 3,0 %

перкарбонатом натрію з 15-хвилинною експозицією обробки може бути рекомендована для технологій стерилізації проростків кукурудзи перед введенням *in vitro* пророслого насіння гібридної кукурудзи.



**Рисунок 6.4. 15-денний експлант у
варіанті стерилізації
перкарбонатом натрію (3,0 %) з
експозицією 15 хв.**



**Рисунок 6.5. 15-денний експлант
у варіанті стерилізації
гіпохлоридом натрію (10 %) з
експозицією 15 хв.**

При стерилізації гіпохлоридом натрію в експозиції 45 хвилин на 15 добу вирощування частка стерильних життєздатних експлантів становила 36,6 %, однак вони здебільшого зупинялись в своєму розвитку (рис. 6.6), а в варіантах зі стерилізацією 3,0 і 6,0 % перкарбонатом натрію з тією ж експозицією рослини не витримували навантаження і гинули (рис. 6.7), що може свідчити про більшу токсичність обох препаратів за перевищення тривалості обробки.

Отже близького до оптимального збалансування достатньої для знезараження жорсткості обробки з м'якістю концентрації й експозиції для збереження життєздатності і проліфераційних потенцій експлантів з пророслого насіння гібридної кукурудзи за використання вивчених препаратів було досягнуто у варіантах з 15-хвилинною обробкою і 10 %

концентрацією гіпохлориду натрію, а також 3,0 % концентрацією перкарбонату натрію в цих же умовах.

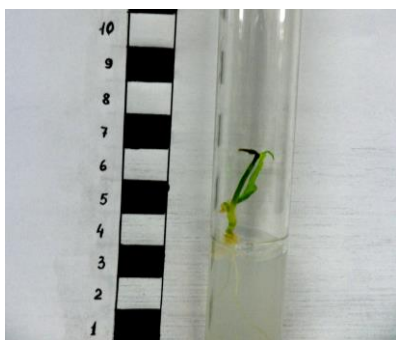


Рисунок 6.6. 15-денний експлант у варіанті стерилізації гіпохлоритом натрію (10 %) з експозицією 45 хв.

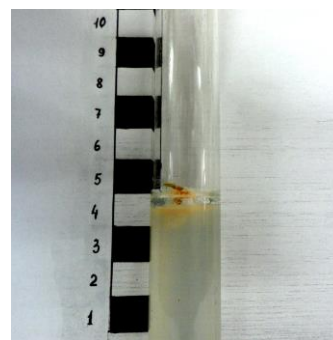


Рисунок 6.7. 15-денний експлант у варіанті стерилізації перкарбонатом натрію (3,0 %) з експозицією 45 хв.

Висновки до розділу 6

1. Результати виконаних досліджень дають підстави рекомендувати пророщування насіння гібридної кукурудзи в чашках Петрі у світлових умовах на зволоженому дистильованою водою фільтрувальному папері за температури 20–22 °C і вологості повітря 85–87 % для отримання матеріалу спроможного до ефективної проліферації *in vitro*.

2. Встановлено, що використання для стерилізації заготовлених експлантів 10 % гіпохлориту натрію, а також 3,0 % перкарбонату натрію в 15-хвилинній експозиції дає можливість отримувати достатні для введення *in vitro* рівні стерильності матеріалу.

Матеріали досліджень цього розділу автором опубліковано в праці [314].

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КОІЗОГЕННИХ АНАЛОГІВ КУКУРУДЗИ

Вирощування будь-якої сільськогосподарської культури, за всіх умов господарювання і форм власності, щоб уникнути банкрутства, потребує визначення балансу видатків і надходжень від реалізації вирощеної продукції та на підставі результатів розрахунку такого балансу встановити економічну ефективність [315]. В умовах жорсткої ринкової економіки за відсутності дотацій з боку держави, без реального підготовленого кредитування і за постійного зростання цін на паливо-мастильні матеріали, кожному виробникові сільського господарства потрібно покладатися тільки на правильне планування, реальну оцінку ринку збуту і домагатися здешевлення виробництва одиниці продукції, одним з основних способів якого є підвищення врожайності сільськогосподарських культур [203].

Оскільки, феномен явища гетерозису було доведено близько ста років тому [316], масове впровадження гетерозисних гібридів кукурудзи, як і будь-яких інших сільськогосподарських культур, має сенс тоді, і тільки тоді, коли додаткові видатки на гібридне насіння гарантовано окупаються вартістю додаткового врожаю.

На думку К. А. Деревенець економічно ефективно вирощування гібридів кукурудзи можливе лише за отримання їх врожайності, не меншої ніж 4,5 т/га [317]. Проблема отримання стабільно високих урожаїв зерна кукурудзи залишається актуальною для аграрного виробництва України та багатьох інших держав. Однак, виробництво її в Україні залишається нестабільним: у 2004 році її валовий врожай становив 8,8 млн.т [318], тоді як у 2006 році спостерігалось зниження врожаю до 6,0 млн.т [61]. За даними І. В. Михаленка у 2011 році за рахунок використання нових високоадаптивних гібридів кукурудзи збір зерна вдалося отримати понад 22 млн.т [319].

Для виробництва насіння гібридів кукурудзи застосовують ручну кастрацію материнського компонента з подальшим вітрозапиленням пилком батьківської форми, однак ручна кастрація підвищує собівартість продукції та потребує розв'язання низки технічних задач [320]. Також відомо ще один високозатратний метод «нульової батьківської форми». [321]. Він полягає у підсівання батьківського компонента у міжряддя материнського компонента, який в подальшому за необхідності збирається з використанням ручної праці.

У насінництві для здешевлення виробництва гетерозисних гібридів кукурудзи використовують різні ГСКР, за рахунок яких стерильність пилку визначається генетичними чинниками. Найбільш поширеним є використання явища цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС), особливо молдавського та парагвайського [207, 174], а також ядерного і функціонального типів, що усуває необхідність кастрації і, як наслідок, зменшує собівартість насіння.

В середині минулого століття досить поширеним був техаський тип стерильності [322], однак, нині гібриди зі стерильною цитоплазмою цього типу не використовуються, оскільки вони виявились нестійкими до південного гельмінтоспоріозу, епіфітотія якого в 1970 р. практично знищила врожай кукурудзи в США [146]. Щоб уникнути небажаного збіднення генотипів гібридної кукурудзи, селекціонери постійно ведуть пошук нових генетичних систем контрольованого розмноження (ГСКР) [5].

Необхідною умовою впровадження у виробництво нового гібрида є його рентабельність. Різниця між доходами і матеріальними витратами складає валовий прибуток, який є ключовим економічним показником вирощування сільськогосподарських культур. Підвищення валового прибутку необхідно досягати за рахунок додаткової врожайності спеціально підібраних адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних умов гібридів. [323].

При виборі гібрида «власник-господар» повинен орієнтуватися: у своїй спроможності забезпечення посівів добривами, проведенні всіх необхідних

агротехнічних заходів з догляду за культурою, а також врахувати зміни ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування. Досить часто вибираючи насіння високоврожайного гібрида із можливим потенціалом врожайності до 20 т/га за надмірної економії коштів на будь якому вище перерахованому заході, господарство у середньому збирає лише до 10 т/га зерна [146].

Використання зрошення на землях півдня України і достатня кількість теплових ресурсів виводить кукурудзу, за рівнем зернової продуктивності, на перше місце серед інших зернових культур в Україні [319, 324]. Однак, її виробництво є високозатратним, адже це просапна культура і у більшості регіонів нашої країни її збирають пізньої осені за високої вологості зерна. [325]. У зв'язку з цим, впровадження високоврожайних і скоростиглих гібридів кукурудзи дозволить зменшити затрати палива на весь технологічний процес [326]. А. Н. Воронін вказує, що зменшення цих витрат на 40 % можливе за вирощування гібридів із швидкою вологовіддачею під час дозрівання [327]. Оскільки для зменшення вологості зерна кукурудзи на 1 % потрібно від 2 до 4 л рідкого пального на 1 т зерна [328].

Необхідно пам'ятати, що збирання і досушування качанів потребує великих витрат. Проте, термін зберігання обмолоченого зерна для досушування коротший, ніж качаном [329]. Н. А. Орлянський і Н. А. Орлянська наголошують, що за вологості зерна від 18 до 22 % можна досушити зерно на качанах і навіть зберігати його без обмолоту. Однак, така технологія прийнятна лише за використання зерна на власні потреби господарювання [330].

Для зниження вологості зерна використовують десикацію посівів. Вивченням впливу десикації на вологість зерна займалися А. Є. Панфилова і Є. С. Иванова в умовах Північного Лісостепу Челябінської області впродовж 2005–2006 років. Встановлено, що використання препарату раундап (4 л/га) за 32–34 доби до збирання зменшує кількість вологи у стеблі, а також у ніжці і стрижні качана. Такий захід удвічі знижує відсоток дробленого зерна за механізованого збирання. Зерно з контрольного варіанту (без обприскування)

потрапляючи на тік із рослинними домішками впродовж 12 год збільшило свою вологість за рахунок вологообміну з рештками. Натомість зерно отримане у варіанті з обприскуванням на досушування поступає за незмінної вологості, тобто не вступає в обмін із домішками. Однак, необхідно зазначити, що на думку дослідників даний агрозахід не впливає на врожайність і є вигідним, але, не дешевим [201].

Для рентабельності вирощування зерна кукурудзи необхідно враховувати строки сівби і тривалість періоду від сходів до повної стиглості, оскільки збирання і сушіння зерна (за необхідності до базової вологості 14 %) з кінця серпня до другої декади вересня може зменшити затрати пального на 4,5 т/га. [193]. Однак, збирання врожаю за вологості 14–16 % проводять прямим комбайнуванням з обмолотом, тоді як із збільшенням до 20 % — зерно потребує досушування [331].

Одним із заходів підвищення економічної ефективності вирощування зернової кукурудзи є застосування крапельного зрошення, за якого рентабельність може становити від 10–30 до 130 % [332]. Порівняно із поливом посівів дощуванням введення для догляду за посівами крапельного зрошення зменшує витрати за рахунок економії води і оптимізації ручної праці [333].

Враховуючи всіх вище перераховані заходи не можна оминути увагою підбір гібридів за групою стиглості. За результатами досліджень проведеними у степовому регіоні України встановлено, що найменшу рентабельності на рівні 4 % мали гібриди пізньостиглої групи із врожайністю майже 12 т/га. Найвищий показник рентабельності 67 % забезпечили гібриди середньоранньостиглої групи із врожайністю до 12 т/га. Менший показник рентабельності мали гібриди середньостиглої — 34 %, ранньостиглої — до 23 % та середньопізньої — 20 % груп, із коливанням врожайності від 10,2 до 10,9 т/га [334].

Отримання високих врожаїв зернової кукурудзи можливе лише за використання високоякісного насіння. У нашій роботі ми досліджували

ефективні методи контролювання чистоти гібридного насіння кукурудзи із використанням генетичних маркерів у різних генетичних системах контрольованого розмноження для створення високоякісного насіння зі збереженням урожайних і посівних якостей та високої типовості гібридного насіння.

Для встановлення порівняльної економічної ефективності вирощування коізогенних аналогів гібриду Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу були зроблені розрахунки витрат для вирощування продукції за технологічними картами. Витрати у розрахунках відповідають нормативам і цінам, діючим в умовах досліджуваних зон вирощування в Україні [335, 336, 337, 338, 339, 340]. За вартості продукції 3400 грн. без ПДВ згідно даних сайту <http://www.apk-inform.com/ru/prices> станом на 28 серпня 2015 року.

Характеризуючи економічну ефективність вирощування коізогенних аналогів простого гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу визначено, що аналоги забезпечили збільшення рівня рентабельності на 10–60 % до контролю (табл. 7.1).

За нашими даними із збільшенням врожайності коізогенних аналогів зменшується собівартість одиниці продукції від 566 (ПЗзMACR×П5MBCBP-RR) до 122 грн (ПЗС×П5CVCICI). Найбільшу виручки від реалізації (19264 грн.) мала гібридна комбінація (ПЗзMACR×П5MBCBP-RR) з материнською лінією фертильний закріплювач молдавського типу стерильності і генетичними маркерами ACR, а батьківська — з генами відновлення фертильності і маркером P-RR.

Дещо меншою була виручка за вирощування аналогів з материнськими лініями ядерного типу стерильності і маркером *a2* (ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI) у розмірі 17565 грн і молдавського типу з тим же маркером (ПЗMa2a2×П5CVCICI) — 16715 грн. Виручка від реалізації зерна решти комбінацій менша, що пояснюється рівнями їх врожайності.

Усі досліджувані гібриди переважали контроль за рентабельністю. Так найвищий рівень рентабельності 106 % отримано за вирощування коізогенного аналога ПЗзМАСR×П5МВCВP-RR з перевагою до контролю на 60 %. Дещо меншу ефективність використання засобів виробництва 89 і 82 % мали відповідно коізогенний аналог ПЗзMa2a2msms×П5CВCICI і гібридна комбінація ПЗMa2a2×П5CВCICI, із різницею до контролю 43 і 36 %.

Таблиця 7.1

**Економічна ефективність вирощування коізогенних аналогів гібрида
Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу,
(в цінах 2015 р.)**

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Матеріально-грошові витрати на 1 га, грн.	Собівартість 1 т зерна, грн.	Виручка від реалізації, грн./га	Прибуток, грн.	Рівень рентабельності	
						%	± до контролю
ПЗCa2a2×П5CВCICI (контроль)	4,7	9103	1937	13315	4212	46	—
ПЗC×П5CВCICI	5,0	9074	1815	14165	5091	56	+10
ПЗзCa2a2×П5CВCICI	5,3	9155	1727	15015	5860	64	+18
ПЗзМ×П5CВCICI	5,5	9127	1659	15581	6454	71	+25
ПЗMa2a2×П5CВCICI	5,9	9202	1560	16715	7513	82	+36
ПЗзMa2a2×П5CВCICI	5,5	9180	1669	15581	6401	70	+24
ПЗзMVg1Vg1a2a× П5CВCICI	5,6	9173	1638	15865	6692	73	+27
ПЗзMa2a2msms× П5CВCICI	6,2	9291	1498	17565	8274	89	+43
ПЗMa1a1×П5MBa1a1	5,7	9223	1618	16148	6925	75	+29
ПЗзМАСR× П5МВP-RR	6,8	9325	1371	19264	9939	106	+60

Однак, найменшу рентабельність (56 %) визначено у аналога з материнською формою парагвайського типу стерильності (ПЗC×П5CВCICI),

який забезпечив збільшення рівня рентабельності на 10 % до контролю. Високий рівень рентабельності гібридної комбінації ПЗзMACR×П5MBP-RR вказує, що грошова виручка від реалізації повністю відшкодувала витрати виробництва на вирощування і реалізацію продукції та забезпечила отримання на кожну гривню цих витрат 1 грн прибутку.

В агрокліматичних умовах Степу високий рівень рентабельності забезпечили практично всі коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978, окрім, гібридної комбінації ПЗзCa2a2×П5CVCICI з материнською лінією фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності і маркером *a2* (табл. 7.2).

Собівартість одиниці продукції для більшості коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 не перевищувала дані контролю, і тільки його аналог ПЗзCa2a2×П5CVCICI мав собівартість, вищу ніж контрольний варіант на 40 грн/т, що призвело до зменшення виручки від реалізації на 567 грн від контролю.

Найбільшу виручки від реалізації порівняно з контролем отримали за вирощування гібридної форми з материнською лінією молдавського типу стерильності і генетичним маркером *a1* у обох батьківських компонентах (ПЗзMa1a1×П5MBa1a1), а також у аналогів з материнськими лініями фертильний закріплювач цього ж типу стерильності із маркерами ACR і без них (ПЗзMACR×П5MBCBP-RR і ПЗзМ×П5CVCICI), і ядерного — з маркером *a2* (ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI), відповідно від 25214 до 23797 грн.

Вирощування кукурудзи у всіх варіантів досліду було рентабельним, однак, аналог материнська форма якого фертильний закріплювач стерильності з маркером *a2* (ПЗзCa2a2×П5CVCICI) поступився гібриду Піонер-Гран 3978 на 6 %.

Найвищий рівень рентабельності до контролю мала гібридна комбінація ПЗзMa1a1×П5MBa1a1 (+43 %), дещо меншим він був у гібридної форми ПЗзMACR×П5MBCBP-RR (+33 %) та у коізогенних аналогів ПЗзМ×П5CVCICI і ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI (+30 %).

За даними отриманими в агрокліматичних умовах Степу вирощування коізогенних аналогів є економічно вигідним. Проте, аналіз даних за генотипом свідчить, що найвищий рівень рентабельності у досліді і серед стерильних форм забезпечила гібридна комбінація ПЗMa1a1×П5MBa1a1. Високий рівень рентабельності вказує, що грошова виручка від реалізації вирощування цієї гібридної комбінації повністю відшкодувала витрати виробництва на вирощування і реалізацію продукції, та забезпечила отримання на кожну гривню цих витрат 1,41 грн прибутку.

Таблиця 7.2

**Економічна ефективність вирощування коізогенних аналогів гібрида
Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу,
середнє за 2006–2008 рр.(в цінах 2015 р.)**

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Матеріально-грошові витрати на 1 га, грн.	Собівартість 1 т зерна, грн.	Виручка від реалізації, грн./га	Прибуток, Грн.	Рівень рентабельності	
						%	± до контролю
ПЗCa2a2×П5CVCICI (контроль)	7,3	10073	1380	20681	10608	105	—
ПЗC×П5CVCICI	7,7	10062	1307	21814	11752	117	+12
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	7,1	10080	1420	20114	10034	99	-6
ПЗзМ×П5CVCICI	8,4	10093	1201	23797	13704	136	+31
ПЗMa2a2×П5CVCICI	7,7	10084	1310	21814	11730	116	+11
ПЗзMa2a2×П5CVCICI	7,9	10101	1279	22381	12280	121	+16
ПЗзMVg1Vg1a2a× П5CVCICI	8,1	10088	1245	22947	12859	127	+22
ПЗзMa2a2msms× П5CVCICI	8,4	10135	1206	23797	13662	135	+30
ПЗMa1a1×П5MBa1a1	8,9	10153	1141	25214	15061	148	+43
ПЗзMACR× П5MBP-RR	8,5	10128	1191	24080	13952	138	+33

Розрахунок економічної ефективності вирощування коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 визначали за технологічною картою, розробленою для агрокліматичних умов Лісостепу і Степу. Її операції однакові з технологічною картою вирощування коізогенних аналогів простого гібрида Піонер-Гран 3978. Винятком є лише вартість трилінійного гібридного насіння (без ПДВ) станом на вересень 2015 року.

Аналіз економічної ефективності вирощування коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу вказує на збільшення рівня рентабельності до контролю у аналогів з материнськими лініями: П7зС — фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності, а також П7з*Calal* і П7з*CACR* того ж типу стерильності за наявності у генотипах їх материнських компонентів генетичних маркерів *al* і *ACR* (табл. 7.3).

Встановлено, що вирощування гібридної комбінація П7з*CACR*×П26СВ*CICI*, отриманої за схрещування материнського компонента фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності із домінантними генетичними маркерами *ACR*, і батьківського компонента з генами відновлення фертильності і маркером *CI* забезпечило підвищення врожайності на 1,9 т/га до контролю, що сприяло збільшенню отримання прибутку на 5105 грн до контролю. Дана комбінація характеризувалась зменшенням собівартості однієї тони зерна і значним збільшенням рівня рентабельності до контролю на 51 %.

Коізогенний аналог П7з*Calal*×П26СВ*Balal* з материнською лінією фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності і генетичним маркером *al* у обох батьківських компонентах мав надбавку врожаю зерна 1,8 т/га до контролю, що вплинуло на збільшення прибутку до 11778 грн і рівня рентабельності до 124 %.

Гібридна комбінація П7з*Calal*×П26СВ*Balal* за врожайністю поступилася на 0,1 т/га гібридній формі П7з*CACR*×П26СВ*CICI* і мала збільшення собівартості одиниці продукції на 18 грн./т і зменшення рівня рентабельності на 4 %.

Слід зазначити, що вирощування коізогенного аналога П7зCVg1Vg1×П26CBalal з материнською лінією функціонального типу стерильності, як за рівнем врожайності так і за показниками економічної ефективності відповідало контрольному варіанту.

Таблиця 7.3

Економічна ефективність вирощування коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр., (в цінах 2015 р.)

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Матеріально-грошові витрати на 1 га, грн.	Собівартість 1 т зерна, грн.	Виручка від реалізації, грн./га	Прибуток, грн.	Рівень рентабельності	
						%	± до контролю
П7С×П26CBalal (контроль)	5,7	9188	1612	16148	6960	76	—
П7зС×П26CBalal	6,1	9326	1529	17281	7955	85	+9
П7зCVg1Vg1× П26CBalal	5,7	9188	1612	16148	6960	76	0
П7зCalal× П26CBalal	7,5	9469	1263	21247	11778	124	+48
П7зCACR× П26CBICI	7,6	9464	1245	21531	12067	127	+51

За розрахунком економічної ефективності вирощування коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 в агроекологічних умовах Степу встановлено більший рівень рентабельності всіх досліджуваних аналогів до контрольного варіанту, що вказує на ефективність використання засобів виробництва (табл. 7.4).

Визначено, що вирощування гібридної комбінації П7зCACR×П26CBICI, отриманої за схрещування материнського компонента фертильного закріплювача стерильності парагвайського типу із

домінантними генетичними маркерами *ACR*, а батьківського компонента з генами відновлення фертильності і маркером *CI*, забезпечило підвищення врожайності на 1,2 т/га до контролю, що сприяло збільшенню отримання прибутку на 3356 грн до контролю. У даної комбінації спостерігалось зменшення собівартості однієї тони зерна і значне збільшення рівня рентабельності — до контролю на 34 %.

Таблиця 7.4

**Економічна ефективність вирощування коізогенних аналогів гібрида
Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу, середнє за 2006–2008 рр.
(в цінах 2015 р.)**

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	Матеріально-грошові витрати на 1 га, грн.	Собівартість 1 т зерна, грн.	Виручка від реалізації, грн./га	Прибуток, грн.	Рівень рентабельності	
						%	± до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	7,5	10068	1342	21247	11179	110	—
П7зС×П26СВ $alal$	8,0	10079	1260	22664	12585	125	+15
П7зСVg1Vg1× П26СВ $alal$	7,8	10083	1293	22097	12014	119	+9
П7зС $alal$ × П26СВ $alal$	7,8	10073	1291	22097	12023	119	+9
П7зСACR× П26СВCICI	8,7	10112	1162	24647	14535	144	+34

Коізогенний аналог П7зС×П26СВ $alal$ з материнською лінією фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності мав надбавку урожаю зерна на 0,5 т/га до контролю, що вплинуло на збільшення прибутку до 12585 грн і рівня рентабельності 125 %.

Вище вказаний аналог П7зС×П26С*Balal* за врожайністю поступився на 0,7 т/га гібридній комбінації П7зСАСR×П26СВСІСІ та мав збільшення собівартості одиниці продукції на 98 грн/т і зменшення рівня рентабельності на 19 %.

Слід зазначити, що вирощувані гібридна комбінація П7зС*alal*×П26С*Balal* (материнський компонент якої фертильний закріплювач парагвайського типу стерильності з генетичним маркером *al* у обох батьківських компонентах) і коізогенний аналог П7зС*Vg1Vg1*×П26С*Balal* (материнська лінія — функціонального типу стерильності) мали рівень рентабельності на 9 % вищий, ніж контрольний варіант.

Досліджуючи дані економічної ефективності вирощування коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 у обох зонах проведення дослідження можемо вказати, що більший рівень рентабельності спостерігався в агроєкологічних умовах Степу. Однак, слід відмітити, що в агрокліматичних умовах Лісостепу коізогенні аналоги мали більший відсоток рентабельності за відношенням до контролю, ніж його показники в умовах Степу.

Висновки до розділу 7.

1. Встановлено, що у коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу рівень рентабельності вирощування був більший ніж у контрольного варіанту.

2. Виявлено, що найкращим варіантом в умовах Лісостепу за сукупністю економічних параметрів вирощування була гібридна комбінація ПЗзМАСR×П5МВР-RR, що забезпечила отримання врожаю 6,8 т/га із рівнем рентабельності 106 %, а в агрокліматичних умовах Степу найкраще себе зарекомендувала гібридна форма ПЗМ*alal*×П5М*Balal*, із урожайністю 8,9 т/га та рентабельністю 148 %. Ці аналоги мали відповідно на 60 і 43 % більш економічно вигідне вирощування ніж контрольний варіант.

3. Встановлено, що серед коізогенних аналогів за наявності у їх генотипах генетичного маркера *a2* найвищий рівень рентабельності 89 % мав аналог ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI. Гібридна комбінація з материнським компонентом молдавського типу стерильності і маркером *a1* у обох батьківських компонентах ПЗMa1a1×П5MBa1a1 при порівнянні до групи коізогенних аналогів з маркером *a2* за рівнем рентабельності займала почесне третє місце поступаючи таким гібридним формам, як ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI і ПЗMa2a2×П5CVCICI. Це можна пояснити більшою збиральною вологістю зерна за наявності у генотипі аналога маркера *a1*.

4. Визначено, що в агрокліматичних умовах Степу за наявності у генотипі стерильних материнських компонентів генетичного маркера *a2*, найвищий рівень рентабельності 135 % забезпечив аналог ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI — ядерного типу стерильності. Виявлено, що гібридна форма з материнським компонентом молдавського типу стерильності і маркером *a1* у обох батьківських компонентах ПЗMa1a1×П5MBa1a1 за порівнянням до групи коізогенних аналогів з маркером *a2* переважала усі гібридні форми у даній групі.

5. Встановлено, що за сівбі коізогенних аналогів трилінійного гібрида Гран-6 рівень рентабельності, який характеризує ефективність виконаних робіт, у аналогів був більший, ніж у контрольного варіанту. Визначено, що вирощування гібридної комбінації П7зCACR×П26CVCICI 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 *ACR* трилінійного гібрида дозволяє отримувати високий врожай і відповідно високий рівень рентабельності вирощування гетерозисних гібридів кукурудзи. Аналізуючи дані вирощування коізогенних аналогів за наявності у генотипі обох батьківських компонентів генетичних маркерів *a1* було

встановлено, що рівень ефективності їх вирощування в умовах Лісостепу становив 48 %, що на 39 % більше ніж в умовах Степу.

Матеріали досліджень цього розділу автором опубліковано в працях [222, 341].

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 *ACR* у генотипі материнських компонентів і *a1*, *CI* 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 ПЗзMACR×П5MBP-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 $P3zCa2a2 \times P5CVCICI$, $P3zMVg1Vgla2a \times P5CVCICI$, $P3zMACR \times P5MBP-RR$, $P7zCalal \times P26CBalal$ і $P7zCACR \times P26CVCICI$.

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 ПЗзMACR×П5MBP-RR з перевищенням за рівнем рентабельності контролю на 60 %, а в умовах Степу — гібридної форми ПЗMalal×П5MBalal з перевищенням за рівнем рентабельності контролю на 43 %. Встановлено, що високий рівень економічної ефективності вирощування (122 і 136 %) забезпечив коізогенний аналог П7зCACR×П26CBICI 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 незменшує у даних гібридних форм врожайного потенціалу і інших господарсько-цінних ознак.

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

3. Рекомендована технологія стерилізації рослинного матеріалу для мікроклонального розмноження цінних материнських ліній кукурудзи, які в подальшому будуть введені у процес отримання гібридного насіння.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dellaporta S. L. The sex determination process in maize / Stephen L. Dellaporta, Alejandro Calderon-Urrea // *Science*. — 1994. — Vol. 266, № 5190. — P. 1501.
2. Irish E. E. Sex determination in monoecious and dioecious plants / Erin E. Irish, Timothy Nelson // *The Plant Cell*, 1989. — Vol. 1, № 8. — P. 737–744.
3. Новак Ж. М. Заходи поліпшення якості та підвищення врожайності насіння кукурудзи у центральному Лісостепу України: Автореф. дис... канд. с-г. наук: 06.01.14 / Ж. М. Новак // Селекційно-генетичний ін-т. Одеса, 2005. — 35 с
4. Levings Ch. S. The texas cytoplasm of maize: cytoplasmic male sterility and disease susceptibility / Ch. S. Levings // *Science*. — 1990. — Vol. 250. — P. 942–947.
5. Парій М. Ф. Генетична система контрольованого розмноження кукурудзи на основі генів функціональної чоловічої стерильності: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата. с-г. наук / М. Ф. Парій / Інст. клітинної біол. та ген. інженерії. — К., 2005. — 20 с.
6. Sprague G. F. Heterosis in Maize: Theory and Practice // *Heterosis: Reappraisal of Theory and Practice Monographs on Theoretical and Applied Genetics*, [Ed.: R. Frankel]. — Springer Science & Business Media, 2013. — Vol. 6 — P. 47–70.
7. Liu K. Genetic structure and diversity among maize inbred lines as inferred from DNA microsatellites / K. Liu, M. Goodman, S. Muse at al. // *Genetics*. — 2003. — Vol. 165. — P. 2117–2128.
8. Shrestha J. Agro-morphological characterization of maize inbred lines. / J. Shrestha // *Weed pecker Journal of Agricultural Research* — 2013. — Vol. 2, № 7. — P. 209–211.

9. Чучмий И. П. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы; Под ред. С. М. Гершензона / И. П. Чучмий, В. В. Моргун. — К.: Наук. думка, 1990. — 283 с.

10. Парій М. Ф. Контроль алелів генів стерильності кукурудзи при розмноженні стерильних форм на основі двох генів чоловічої стерильності та маркерного гена / М. Ф. Парій, Я. Ф. Парій, Ф. М. Парій // Зб. Наук. праць Уманського національного університету садівництва. — 2013. — Вип. 83. — С. 56–62.

11. Mandal B. C. Maize breeding and seed production: Manual / B. C. Mandal. — DPR Korea, 2014. — 99 p.

12. Жолобецький Г. Насінництво України сьогодні та подальші його перспективи / Г Жолобецький // Пропозиція. — 2008. — №3. — С. 26–27.

13. Кирпа М. Я. Теоретичні аспекти формування якості насіння кукурудзи / М. Я. Кирпа // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства), Дніпропетровськ. — 2000. — № 14. — С. 51–56.

14. Кирпа М. Я. Терmostійкість насіння гібридів кукурудзи та особливості їх післязбиральної обробки / М. Я. Кирпа, М. О. Стюрко, Л. М. Бондарь та ін. // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. — Дніпропетровськ, 2015. — № 3 (37). — С. 58–63.

15. Довбаш Н. І. Посівні якості насіння кукурудзи, отриманого за різного рівня забрудненості екотипів важкими металами / Н. І. Довбаш // Вісник аграрної науки: Науково-теоретичний журнал. — 2015. — № 8 (750). — С. 71–73.

16. ДСТУ 2240–93. Насіння с.-г. культур. Сортові та посівні якості (технічні умови). — К.: Держстандарт України, 1994. — 75 с.

17. Кирпа М. Я. Методи визначення схожості різноякісного насіння кукурудзи / М. Я. Кирпа, Н. О. Пашенко // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового

господарства). Випуск присвячується 100-річчю від дня народження відомого вченого у галузі рослинництва, доктора сільськогосподарських наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ Дмитра Сидоровича Фільова. — Дніпропетровськ, 2003. — № 20. — С. 60–62.

18. Гаврилюк М. М. Національне насінництво інтегрується в європейський простір / М. М. Гаврилюк, Н. М. Храпійчук // Насінництво. — 2015. — № 10–12. — С. 1–2.

19. Фадеев Л. В. Сильные семена — часть точной агротехники / Л. В. Фадеев // Насінництво. — 2015. — № 3–4. — С. 8–11.

20. Серіков В. О. Селекція нових гібридів кукурудзи та особливості їх насінництва в степовій зоні України / В. О. Серіков // Таврійський науковий збірник. — Херсон: Айлант, 2008. — Вип. 60. — С. 31–37.

21. Шавіньї Ф. В Україні слід вирощувати гібриди ідеально пристосовані до місцевих ґрунтово-кліматичних умов / Фредерік Шавіньї // Зерно. — 2016. — № 2 (119). — С. 134–135.

22. Рибка В. С. Які гібриди кукурудзи вигідніше вирощувати в умовах зони степу України / В. С. Рибка, Н. О. Ляшенко, В. Ю. Черчель та ін. // Агроном. — 2007. — № 4. (18). — С. 50–54.

23. Фадеев Л. В. Кукуруза: развитие культуры и востребованность в Украине / Л. В. Фадеев // Агроном. — 2015. — № 4 (50). — С. 78–84.

24. Соколов В. М. Успіхи, проблеми та перспективи насінництва в сучасних умовах / В. М. Соколов, В. В. Вишневський, В. В. Васильченко // Насінництво. — 2015. — № 5–6. — С. 6–9.

25. Чучмій І. П. Досягнення і перспективи селекції гібридів кукурудзи для умов Лісостепу і Полісся України / І. П. Чучмій, І. В. Ковальчук, В. С. Борецько // Науковий вісник. — 2002. — № 48. — С. 20–25.

26. Капустін С. І. Вплив строків сівби на урожайність кукурудзи, структурні показники рослин та її водоспоживання / С. І. Капустін, М. В. Ковтун, А. С. Капустін та ін. // Науковий вісник Луганського

національного аграрного університету. Серія: «Сільськогосподарські науки» / Ред. В. Г. Ткаченко. — Луганськ: «Елтон-2», 2009. — № 11. — С. 22–29.

27. Зубрейчук М. С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від гідротермічних умов вегетації / М. С. Зубрейчук, Т. В. Газінська, І. С. Ткаченко та ін. // Насінництво. — 2012. — № 4. — С. 7–12.

28. Загинайло М. І. Свій до свого — по своє / М. І. Загинайло, А. А. Лівандовський, М. М. Таганцова та ін. // Насінництво. — 2013. — № 2. — С. 5–15.

29. Андрієнко А. Гібриди кукурудзи — такі схожі, такі різні / А. Андрієнко, Д. Дергачов, В. Кузьмин та ін. // Агроном. — 2015. — № 1 (47). — С. 130–138.

30. Гаврилюк В. М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми / В. М. Гаврилюк, М. І. Загинайло, А. А. Лівандовський та ін. // Насінництво. — 2015. — № 3–4. — С. 4–7.

31. Приходько В. І. Стан і перспективи державного контролю насінництва в Україні / В. І. Приходько // Насінництво. — 2013. — № 4. — С. 1–3.

32. Аріфова Т. М. Провамірне використання сортів рослин – проблеми та шляхи їх розв'язання / Т. М. Аріфова // Насінництво. — 2013. — № 9. — С. 6–8.

33. Волох П. В. Кукурудза: концепція розвитку селекції, насінництва, виробництва і мотивація ринку насіння / П. В. Волох, Л. М. Рисин, Б. В. Дзюбецький та ін. // Агроном. — 2006. — №3. — С.128–131.

34. Танчик С. П. Шляхи підвищення продуктивності кукурудзи / С. П. Танчик, М. І. Христенко // Науковий вісник Національного аграрного університету / Редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін. — К., 1997. — Вип. 50. — 2002. — С. 53–55.

35. Барков В. О погоде / В. Барков // Зерно. — 2007. — №10. — С. 118–121.

36. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений / А. А. Жученко // Селекция и семеноводство. — 1999. — № 4. — С. 5–16.

37. Беликов Е. И. Селекция сахарной кукурузы для Северной Степи Украины / Е. И. Беликов, О. Е. Климова, Н. В. Вишневский // Селекция и семеноводство. — 2005. — № 1. — С. 9–11.

38. Houghton D. D. Modelling, detection, and attribution of recent and future climate change: Introduction to climate change; lecture notes for meteorologists / D. D. Houghton // WMO technical publications. — Geneva, 2002. — № 926. — P. 87–102.

39. Адаменко Т. Стихійні гідрометерологічні явища та їх вплив на сільське господарство України / Т. Адаменко // Агроном. — 2007. — №4. — С. 16-17.

40. Report of the World Conference on Natural Disaster Reduction (Yokohama, 23-27 May 1994) // Mimeographed version of the report of the World Conference on Natural Disaster Reduction, which was held at Yokohama from 23 to 27 May 1994. — Yokohama: UN, 1994. — 49 p.

41. Crowley T.J Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years. / T. J. Crowley // Science. — 2000. – Vol. 289, Issue 5477. — P. 270–277.

42. Лимар А. О. Теплові і енергетичні ресурси півдня України та їх ефективне використання / А. О. Лимар, В. А. Лимар, Л. В. Андрійченко // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал.— Херсон: Грінь Д. С., 2015. — Вип. 90. — С. 61–69.

43. Кузюра М. Як отримати врожай кукурудзи у посушливих умовах? / М. Кузюра // Пропозиція. — 2016.— № 3. — С.55.

44. Ушкаренко В. О. Вплив глобального потепління на формування та зміну агрофітоценозів у південному Степу України / В. О. Ушкаренко, С. П. Голобородько // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. — Херсон: Айлант, 2009. — Вип. 62. — С. 3–15.

45. Дзюбецький Б. В. Пізній строк висіву кукурудзи як додатковий фон для оцінки гібридів на стійкість до посухи / Б. В. Дзюбецький. В. В. Волкодав, В. Ю. Черчель // Селекція та насінництво. — 2004. — № 2. — С. 52–55.

46. Сайдак Р. Участвовавшие засухи и мелиорация: кто кого / Р. Сайдак, Ю. Сорока // Зерно. — 2016. — № 2 (119). — С. 29–37.

47. Teller E. Long-range weather prediction and prevention of climate catastrophes: a status report / E. Teller, K. Caldeira, G. Canavan et al. // International Seminar on Planetary Emergencies, Erice, Italy, 19–24 August, 1999. — Р. 3–44.

48. Дзюбецький Б. В. Селекція гібридів кукурудзи, стійких до екстремальних умов вирощування / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С. 3–11.

49. Вожегова Р. А. Етапи розвитку зрошення на півдні України / Р. А. Вожегова, М. В. Вердиш, В. В. Клубук та ін. // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний збірник. Випуск присвячено до 125-ти річчя Інституту зрошуваного землеробства НААН. — Херсон: Грінь Д. С., 2014. — Вип. 62. — С. 22–26.

50. Ольгаренко Г. В. Развитие капельного орошения в Российской Федерации / Г. В. Ольгаренко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва, 30 березня 2012 р. — 2012. — С. 10–11.

51. Ромащенко М. І. Стан та концептуальні засади розвитку мікрозрошення в Україні / М. І. Ромащенко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва, 30 березня 2012 р. — 2012. — С. 3–4.

52. Radcliffe D. Simulation of Soil Water within the Root Zone of a Corn Crop / D. Radcliffe, T. Hayden, K. Watson at. al. // *Agronomy Journal*. — 1980. — Vol. 72, № 1. — P. 19–24.

53. Hussain T. Breeding potential for high temperature tolerance in corn (*Zea mays* L.) / T. Hussain, I. A. Khan // *Pakistan Journal of Botany*, 2006. — Vol. 38, № 4. — P. 1185–1195.

54. Писаренко В. П. Продуктивність різних за групами стиглості гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння та вологозабезпеченості в умовах південного Степу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.02 / П. В. Писаренко ; наук. кер. Ю. О. Лавриненко; Держ. вищий навч. закл. "Херсонський державний аграрний університет" / В. П. Писаренко. — Херсон, 2008. — 16 с.

55. Асыка Ю. А. К вопросу о селекции кукурузы / Ю. А. Асыка // *Кукуруза и сорго*. — 2007. — № 3. — С. 2–7.

56. Ray D. K. Recent patterns of crop yield growth and stagnation / D. K. Ray, N. Ramankutty, N. D. Mueller, P. C. West // *Nature Communications*. — 2012. — Vol. 3. — Article number 2296.

57. Wu F. Global Maize Trade and Food Security: Implications from a Social Network Model / F. Wu, H. Guclu // *Risk analysis: an official publication of the Society for Risk Analysis*. — 2013. — Vol. 33, № 12. — P. 2168–2178.

58. FAOSTAT. URL: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>].

59. Білицький О. В. Форс^Рзеа на варті вашого врожаю / О. В. Білецький, В. М. Лагер, А. П. Лукянченко // *Агроном*. — 2015. — № 1. (47) — С. 118–120.

60. Byrne J. China became a member of importing of maize / J. Byrne [Електронний ресурс]. — 2015. — URL: <http://www.feednavigator.com/Markets/China-imports-of-maize-forecast-to-grow-substantially-to-meet-industrial-pig-production-demands> (дата звернення: 05.11.2016).

61. Scott E. Taiwan Grain and Feed Annual Wheat, Corn and Milled Rice Situation and Outlook / E. Scott, Ch. M. Perng // GAIN Report. — 2016. — 19 p.
62. Загинайло М. Для доброго врожаю / М. Загинайло, А. Лівандовський, М. Таганцова // Насінництво. — 2008. — №6. — С. 26–28.
63. Лавриненко Ю. Елементи технології вирощування кукурудзи на Півдні України / Ю. Лавриненко, С. Заєць, Р. Василенко // Пропозиція. — 2016. — № 6 (251). — С. 58–60.
64. Ситник В. П. Кукурудза — основа кормової бази високопродуктивного тваринництва / В. П. Ситник // Вісник аграрної науки. — 2005. — №8. — С. 5–7.
65. Харченко В. В. Формування ринку кукурудзи та продуктів її переробки / В. В. Харченко, В. Д. Рекрут // Агросвіт. — 2005. — № 21. — С. 30–34.
66. Моргун В. В. Продуктивність нових гібридів / В. В. Моргун, К. А. Ларченко, В. М. Гаврилюк та ін. // Насінництво. — 2007. — №5. — С. 20–23.
67. Кордін О. Рання сівба кукурудзи / О. Кордін // Агроном. — 2005. — №4. — С. 34–35.
68. Степаненко Т. Україна зернова / Т. Степаненко // Пропозиція. — 2005. — №8. — С. 8–9.
69. Немченко Г. Ячмень, кукуруза и сахар когда дорожают, когда дешевают / Г. Немченко // Зерно. — 2006. — №1. — С. 118–121.
70. Гаврилюк В. М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми / В. М. Гаврилюк, М. І. Загинайло, А. А. Лівандовський та ін. // Насінництво. — 2015. — № 3–4. — С. 4–7.
71. Конопля М. І. Способи сівби та густота стояння рослин розлусної кукурудзи / М. І. Конопля, С. В. Маслійов // Бюлетень інституту зернового господарства. — Дніпропетровськ, 1999. — № 10. — С. 68–73.
72. Колеснік О. М. Залежність стійкості дохвороб та шкідників самозапилених ліній кукурудзи від вегетаційного періоду / О. М. Колесник //

Селекційно-генетична наука і освіта: матер. Міжнар. Наук. конфер. / редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. — Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2016. — С. 130–133.

73. Суслов О. А. Отримання насінницької продукції при використанні біологічних комплексів живлення рослин / О. А. Суслов, А. І. Денисенко, М. В. Ковтун, А. С. Капустін та ін. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Серія «Агрономія», Частина перша / Редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін. — К., 2011. — Вип. 162. — С. 128–132.

74. Харченко В. В. Формування ринку кукурудзи та продуктів її переробки / В. В. Харченко, В. Д. Рекрут // Агросвіт. — 2005. — №21. — С. 30–34.

75. Сотченко В. С. Состояние и перспективы производства зерна кукурузы в Российской Федерации / В. М. Сотченко // Кукуруза и сорго. — 2005. — № 1. — С. 2–8.

76. Hettinga W. G. Understanding the reductions in US corn ethanol production costs: An experience curve approach / W. G. Hettinga, H. M. Junginger, S. C. Dekker et al. // Energy Policy. — 2009. — Vol. 37, № 1. — P. 190–203.

Wise T. A. The Cost to Developing Countries of US. Corn Ethanol Expansion. October — 2012. — P. 20.

77. Sofi P. A. Review article: Quality protein maize (QPM): Genetic manipulation for the nutritional fortification of maize / P. A. Sofi, Shafiq A. Wani, A. G. Rather, Shabir H. Wani // Journal of Plant Breeding and Crop Science. — 2009. — Vol. 1, № 6. — P. 244–253.

78. Schwietzke S. Ethanol Production from Maize / S. Schwietzke, Y. Kim, E. Ximenes, M. Ladisch // Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement. — 2015. — Vol. 63, Ch. 23. — P. 347–364.

79. Волошка В. Етанол — більше ніж спирт / В. Волошка // Пропозиція. — 2005. — №4. — С. 10.

80. Литвиненко Н. Шедевры отечественной селекции – заказывает производитель / Н. Литвиненко, О. Рыбак // *Зерно*. — 2007. — №10. — С. 23–29.
81. Михайлов Ю. Біопалива: за чи проти? / Ю. Михайлов // *Пропозиція*. — 2008. — №10. — С. 18–21.
82. Носенко Ю. Топливная альтернатива в Украине и в мире / Ю. Носенко // *Зерно*. — 2007. — №10. — С. 102–106.
83. Марченко В. Ефективність та доцільність використання біодизельного палива в Україні / В. Марченко, В. Сінько // *Пропозиція*. — 2005. — №10. — С. 36–39.
84. Groom M. J. Biofuels and biodiversity: principles for creating better policies for biofuel production. / M. J. Groom, E. M. Gray, P. A. Townsend // *Conservation biology*, 2008. — Vol. 22 (3). — P. 602–609.
85. Єщенко О. В. Біоетанол як альтернативне паливо у світі та Україні / О. В. Єщенко, І. П. Діордієва // *Селекційно-генетична наука і освіта: матер. Міднар. Наук. конфер.* / редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. — Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2016. — С. 89–92.
86. Чучмий И. П. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурудзы; Под ред. С. М. Гершензона / И. П. Чучмий, В. В. Моргун. — К.: Наук. думка, 1990. — 283 с.
87. Панфилов О. Н. Отзывчивость гибридов кукурузы селекции Поволжской СОС на орошение / О. Н. Панфилова, С. Ю. Сергеев // *Кукуруза и сорго*. — 2009. — № 2. — С. 18–20.
88. Riley G. J. P. Effects of high temperature on the germination of maize (*Zea mays* L.) / G. J. P. Riley // *Planta*. — 1981. — Vol. 151, № 1. — P. 68–74.
89. Пащенко Ю. М. Біологічна реакція пристосованості гібридів кукурудзи до строків сівби в умовах східної підзони Степу / Ю. М. Пащенко, Є. В. Деряга // *Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства)*. — Дніпропетровськ, 2001. — № 17. — С. 15–19.

90. Verheul M. J. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) seedlings under chilling conditions in the field / M. J. Verheul, C. Picatto, P. Stamp // *European Journal of Agronomy*. — 1996. — Vol. 5, №1. — P. 31–43.
91. Пайич З. П. Тип эндосперма и всхожесть семян кукурузы / З. П. Пайич, Р. М. Попович // *Кукуруза и сорго*. — 2000. — № 6. — С. 22–23.
92. Фадеев Л. В. Сильные семена — часть точной агротехніки / Л. В. Фадеев // *Насінництво*. — 2015. — № 3–4. — С. 8–11.
93. Chairi F. Heterosis for water status in maize seedlings / F. Chairi, A. Elazab, R. Sanchez-Bragado at al. // *Agricultural Water Management*. — 2016. — Т. 164. — P. 100–109.
94. Андрієнко А. Гібриди кукурудзи — такі схожі, такі різні / А. Андрієнко, Д. Дергачов, В. Кузьмин та ін. // *Агроном*. — 2015. — № 1 (47). — С. 130–138.
95. Гаврилюк В. М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми / В. М. Гаврилюк, М. І. Загинайло, А. А. Лівандовський та ін. // *Насінництво*. — 2015. — № 3–4. — С. 4–7.
96. Rhoads F. M. Corn / F. M. Rhoads, J. M. Bennett // *Irrigation of Agricultural Crops* [Eds.: Stewart, B.A.,Nielsen, D.R.]. Madison: ASA, CSSA and SSSA, Agron. Monogr., 1990. — P. 569–596.
97. Філіпов Г. Л. Водоспоживання гібриді в кукурудзи різних груп стиглості в зоні Південного Степу України / Г. Л. Філіпов, Л. С. Єремко // *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. — Дніпропетровськ, 2007. — № 1. — С. 30–32.
98. Сусидко П. И. Кукуруза. / П. И. Сусидко, В. С. Циков — К.: Урожай, 1978. — 296 с.
99. Pataky J. M., Snetelaar K. M. Common smut of corn (Syn. boil smut, blister smut). *The Plant*. — 2006.— Vol. 97, no 5.
100. Skible D. S., Schnable P. S. Male sterility in maize. May 29., — 2005. — P. 367–376.

101. Нагорний В. І. Обґрунтування строків і способів сівби кукурудзи в північно-східному лісостепу України / В. І. Нагорний, М. А. Іншин, В. М. Вихрачов // Вісник Сумського національного аграрного університету. Науково-методичний журнал «Агрономія і біологія». — Суми, 2003. — Вип. 7. — С. 122–124.

102. Дергачов Д. М. Що робити, якщо посів пізній / Д. М. Дергачов. В. М, Кузьмич, Б. Ю. Токар та ін. // Агроном. — 2014. — № 4. (46). — С. 114–119.

103. Диканев Г. Р. Адаптивная технология возделывания кукурузы на зерно на неорошаемых почвах Нижнего Поволжья // Г. Р. Диканев, Д. В. Ефанов // Кукуруза и сорго. — 2007. — № 1. — С. 8–12.

104. Хармс К.-Г. Возделывание кукурудзи / К.-Г. Хармс // Агроном. — 2015. — № 1 (47). — С. 140–141.

105. Циков В. С. Интенсивная технология возделывания кукурузы / В. С. Циков, Л. А. Матюха — М.: Агропромиздат, 1989. — 247 с.

106. Нагорний В. І. Роль агротехнічних заходів у подоланні негативного впливу несприятливих погодних умов на розвиток і продуктивність кукурудзи / В. І. Нагорний, М. А. Іншин, В. М. Вихрачов // Вісник Сумського національного аграрного університету. Науково-методичний журнал «Агрономія і біологія». — Суми, 2002. — Вип. 6. — С. 69–71.

107. Центи́ло Л. В. Продуктивність кукурудзи залежно від строку сівби на чорноземах типових / Л. В. Центи́ло // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Серія «Агрономія», Частина перша / Редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін. — К., 2011. — Вип. 162. — С. 69–75.

108. Філіпов Г. Л. Оцінка генотипів кукурудзи на стійкість до загущення посівів / Г. Л. Філіпов, В. Ю. Черчель, Л. О. Максимова // Агроном. — 2015. — № 1 (47). — С. 112–115.

109. Толорая Т. Р. Роль водопотребления в повышении продуктивности кукурузы / Т. Р. Толорая, В. П. Малаканова // Кукуруза и сорго — 2001. — № 4. — С. 2–3.

110. Kaliyan N. Densification characteristics of corn cobs. / N. Kaliyan, R. V. Morey // Fuel Processing Technology. — 2010. — Vol. 91 (5). — P. 559–565.

111. Ковальчук І. Високопродуктивні гібриди кукурудзи «Сингента» для різних ґрунтово-кліматичних зон України / І. Ковальчук // Агроном. — 2015. — № 4 (50). — С. 86.

112. Адиняев Э. Д. Продуктивность гибридов кукурузы при орошении в степной зоне Чеченской Республике / Э. Д. Адиняев, Н. Л. Адаев, З. М. Испиева // Кукуруза и сорго. — 2008. — № 5. — С. 5–6.

113. Волкогон М. Як посієш – те й пожнеш. Раннє обстеження посівів кукурудзи / М. Волкогон // Пропозиція. – 2016. – № 4. – С. 56–58.

114. Надточаев Н. Ф. Плотность стеблестоя родительских форм кукурузы в условиях Беларуси / Н. Ф. Надточаев, М. А. Мелешкевич, А. С. Давыденко // Кукуруза и сорго. — 2000. — № 5. — С. 15–18.

115. Капустін С. І. Ефективність елементів сортової агротехніки нових простих гібридів кукурудзи / С. І. Капустін, М. В. Ковтун, А. С. Капустін та ін. // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: «Сільськогосподарські науки» //Ред. В. Г. Ткаченко. — Луганськ: «Елтон-2», 2010. — № 12. — С. 84–89.

116. Кравець С. С. Звуження міжрядь кукурудзи — погляд у майбутнє / С. С. Кравець // Науковий збірник Вісник Степу Матеріали Х всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України — стан та перспективи розвитку» 20–21 березня 2014 року, Кіровоград, 2014. — Вип. 11. — С. 129–132.

117. Ткаліч Ю. І. Оптимізація площі живлення кукурудзи в Північній частині Степу / Ю. І. Ткаліч, С. С. Кравець // Науковий збірник Вісник Степу Ювілейний випуск до 100-річчя VIII Всеукраїнської науково-практичної

конференції молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України — стан та перспективи розвитку» 31 травня — 1 червня 2012 року, Кіровоград. «КОД», 2012. — Ч. 2. — С. 69–72.

118. Задорожний В. С. Контроль бурянів у посівах кукурудзи за різних технологій обробітку ґрунту / В. С. Задорожний // Агроном. — 2014. — № 3 (45). — С. 116–119.

119. Влащук А. М. Насінництво кукурудзи в умовах зрошення / А. М. Влащук, О. С. Колпакова // Агроном. — 2014. — № 4. (46). — С. 102–106.

120. Цехмейструк М. Г., Аспекти вирощування кукурудзи / М. Г. Цехмейструк, Н. М. Музафаров, К. М. Манько // Агробізнес сьогодні. — 2014. — № 8 (279)/ — Режим доступу: www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2212-aspekty-vyrochuvannia-kukurudzy.html.

121. Лихочвор В. Самосів кукурудзи / В. Лихочвор // Зерно. — 2016. — № 2 (119). — С. 140–142.

122. Лукянченко А. Надійний захист кукурудзи — запорука високих урожаїв / А. Лукянченко, О. Бокач // Агроном. — 2015. — № 2 (48). — С. 152–158.

123. Гурьев Б. П., Гурьева И. А. Селекция кукурузы на раннеспелость / Б. П. Гурьев, И. А. Гурьева. — М.: Агропромиздат, 1990. — 173 с.

124. Иващенко В. Г. Продуктивность кукурузы, устойчивость к засухе и стеблевым гнилям / В. Г. Иващенко // Кукуруза и сорго. — 2000. — № 2. — С. 17–22.

125. Андрієнко А. Л. Водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння та мінерального живлення рослин в Північному Степу України / А. Л. Андрієнко // Науковий збірник Вісник Степу Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України — стан та перспективи розвитку» 9–11 квітня 2008 року. — Кіровоград, 2008. — Вип. 5. — С. 53–59.

126. Мельничук О. С. Особливості запилення зразків кукурудзи ЗМК-1 / О. С. Мельничук // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр із проблем зернового господарства) — Дніпропетровськ, 2007. — №№ 31–32. — С. 51–54.

127. Дзюбецький Б. В. Селекція гібридів кукурудзи, стійких до екстремальних умов вирощування / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С. 3–11.

128. Дзюбецький Б. В. Використання генетичної плазми міндсенпустіфехе для створення середньостиглих самозапилених ліній кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, Н. А. Боденко // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2002. — № № 18–19. — С. 3–6.

129. Глущенко Л. Т. Продуктивність рослин кукурудзи залежно від гібриду та норм мінерального живлення / Л. Т. Глущенко, З. Я. Дутченко, Г. А. Бондаренко // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». — 2005. — Вип. 12 (11). — С. 43–44.

130. Гаркава О. М. Оцінка та добір селекційного матеріалу кукурудзи на адаптивну стійкість до жару та посухи / О. М. Гаркава // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — Дніпропетровськ, 2008. — № 2. — С. 28–33.

131. Заїка С. П., Перевертун Л. І. Селекція скоростиглих гібридів кукурудзи на високу зернову продуктивність та адаптивність / С. П. Заїка, Л. І. Перевертун // Науковий вісник. — 2002. — Вип. 48. — С. 30–35.

132. Танчик С. П. Шляхи підвищення продуктивності кукурудзи / С. П. Танчик, М. І. Христенко // Науковий вісник Національного аграрного університету / Редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін. — К., 1997. — Вип. 50. — 2002. — С. 53–55.

133. Ostrander B. M. Relationship between plant composition and European corn borer resistance in three maize populations / B. M. Ostrander, J. G. Coors // Crop science. — 1997. — Vol. 37, №. 6. — P. 1741–1745.

134. Трепашко Л. И. Целесообразность защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька в Беларуси / Л. И. Трепашко, А. В. Быковская // Защита и карантин растений. — 2015. — № 7. — С. 38–41.

135. Янчук А Вредные организмы на посевах сахарно кукурузы и методы ограничения их распространения / А. Янчук // Овощеводство. — 2007. — № 6 (30). — С. 50–56.

136. Мику В. Е. Генетические исследования кукурузы / В. Е. Мику — Мин. с.-х. Молдавской ССР. Кишинев: Штиица, 1981. — 232 с.

137. Coe E. H. The origins of maize genetics / E. H. Coe // Nature Reviews Genetics. — 2001. — Vol. 2, №. 11. — P. 898–905.

138. Крупнов В. А. Генная и цитоплазматическая мужская стерильность растений / В. А. Сидорский. — М.: Колос, 1973. — 279 с.

139. Rhoades M. M. Gene induced mutation of a heritable cytoplasmic factor producing male sterility in maize / M. M. Rhoades // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 1950. — Vol. 36, №. 11. — P. 634–635.

140. Асыка Ю. А. К вопросу о селекции кукурузы / Ю. А. Асыка // Кукуруза и сорго. — 2007. — № 3. — С. 2–7.

141. Eckardt N. Cytoplasmic Male Sterility and Fertility Restoration / N. Eckardt // The plant Cell. — 2006. — Vol. 18, № 3. — P. 1295–1304.

142. Борисов В. М. Вплив дії малих генів на розщеплення у зворотних схрещуваннях кукурудзи з молдавським типом ЦЧС / В. М. Борисов, О. М. Тарасенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — Дніпропетровськ, 2008. — № 2. — С. 43–46.

143. Тарасенко О. М. Взаємодія малих генів у рецесивних Rf₃-генотипах кукурудзи з молдавським типом ЦЧС / О. М. Тарасенко // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Генетичні ресурси

для адаптивного рослинництва: мобілізація ,інвентаризація, збереження, використання». — Оброшино, 2005. — С. 185–186.

144. Дзюбецький Б. В. Селекція кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, Ю. В. Черчель, С. П. Антонюк // Генетика і селекція в Україна на межі тисячоліть / Редкол.: В. В. Моргун та ін. — К.: Логос, 2001. — Т. 2. — С. 578–581.

145. Сотченко В. С. Генетический контроль SD типа цитоплазматической мужской стерильности кукурузы / В. С. Сотченко, А. Г. Горбачева, Н. И. Косогорова та ін. // Кукуруза и сорго. — 2008. — № 1. — С. 5–9.

146. Дзюбецький Б. В. Селекція кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, С. П. Антонюк // Генетика і селекція в Україна на межі тисячоліть / Редкол.: В. В. Моргун та ін. — К., 2001. — Т. 2. — С. 578–581.

147. Тихвинский С. Ф. О селекции сортов льна с маркерными признаками / С. Ф. Тихвинский, С. В. Доронин, А. Н. Дудина та ін. // Селекция и семеноводство. — 2006. — № 1. — С. 16–18.

148. Козлов Н. Н. Схема селекции люцерны с использованием фенотипических маркеров / Н. Н. Козлов, Ю. М. Писковацкий // Селекция и семеноводство. — 2005. — № 2. — С. 5–7.

149. Ситник І. Д. Генетичні механізми контролю жовтого забарвлення оболонки насіння ярого ріпаку / І. Д. Ситник // Аграрна наука і освіта. Науковий журнал — Київ, 2004. — Том 5. — № 3–4. — С. 25–27.

150. Сатарова Т. М. Характеристика маркерних генотипів кукурудзи за ідентифікацією гаплоїдів методом генетичного маркірування / Т. М. Сатарова, В. Ю. Черчель, Д. Є. Струнін та ін. // Зб. наук. пр. Уман. аграр. ун-ту. — 2008. — С. 374–380.

151. Сатарова Т. Н. Наследование матроклинной гаплоидии у кукурузы / Т. Н. Сатарова, В. Ю. Черчель // Цитология и генетика. — 2010. — № 3. — С. 35–40.

152. Chase S. S. Monoploids and monoploid derivatives of maize (*Zea mays* L.) / S. S. Chase // Bot. Rew. — 1969. — 35. № 2. — P. 117–168.
153. Coe E. H. A line of maize with high haploid frequency / E. H. Coe // Amer. Natur. — 1959. — Vol. 93. — P. 381–382.
154. Kermicle J. L. Androgenesis conditioned by a mutation in maize / J. L. Kermicle // Science. — 1969. — Vol. 166. — P. 1422–1424.
155. Dzubetskiy B. V. Electrophoretical analisis of progeny of maize matroclinal haploids / B. V. Dzubetskiy, T. V. Satarova, V. Yu. Charchel at. al.] // Maize Genet. Coop. Newsletter, 2004. — Vol. 78. — P. 15–16.
156. Щербак В. С. Развитие работ по пракическому использованию явления гаплоидии у кукурузы для ускорения селекционного процесса / В. С. Щербаков // Кукуруза и сорго. — № 4. — 2001. — С. 4–6.
157. Тимчук С. М. Використання мутації ваху в селекції кукурудзи технічного призначення / С. М. Тимчук, С. Ю. Діденко, І. А. Ніколенко // Науковий вісник національного аграрного університету. — Київ, 2002. — № 48. — С. 117–121.
158. Клімова О. Є. Дослідження ознак врожайності в процесі кросбридингу цукрової та інших підвидів кукурудзи / О. Є. Клімова, С. М. Тимчук, Т. Д. Мовчан // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. — Дніпропетровськ, 2008. — №№ 33-34. — С. 155–160.
159. Чумак М. В. Получение и выделение гаплоидов кукурузы / М. В. Чумак // Кукуруза и сорго. — 2001. — № 4. — С. 7–13.
160. Гурьев Б. П. Высоколизиновая кукуруза / Б. П. Гурьев, Л. В. Козубенко. — К.: Урожай, 1977. — 28 с.
161. Волкова Н. Е. Впровадження молекулярних маркерів в традиційну схему селекції / Н. Е. Волкова // Тези доповідей міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» присвячено ювілею доктора біологічних наук Федора Микитовича Парія (19 березня 2013 року), Умань. — С. 30–31.

162. Ковальчук І. В. Удосконалення моделей простих міжлінійних гібридів кукурудзи, адаптованих до умов Лісостепу України: Дис. канд. с-г. наук: 06.01.05 / І. В. Ковальчук. — Київ, 2002.— 173 с.
163. Національний атлас України. — К.: ДНВП "Картографія", 2007. — 440 с.
164. Краткий агроклиматический справочник Украины / Под. ред. К. Т. Логвинова. — Ленинград: Гидрометеиздат. — 1976. — 225 с.
165. Кисель В. Д. Агрохимическая характеристика черноземов и каштановых почв степи / В. Д. Кисель, Г. М. Кривоносова. — В кн.: Агрохимическая характеристика почв СССР. — М.: Наука, 1973. — С. 227–246.
166. Агromетeоролoгiчний огляд по території Черкаської області за 2006–2007 сільськогосподарський рік. Черкаси. — 2007. — 37 с.
167. Агromетeоролoгiчний огляд по території Черкаської області за 2007–2008 сільськогосподарський рік. Черкаси. — 2007. — 39 с.
168. Агromетeоролoчний бюлетень по території Херсонської області за 2006–2007 сільськогосподарський рік. Херсон. — 2007. — 37 с.
169. Агromетeоролoчний бюлетень по території Херсонської області за 2007–2008 сільськогосподарський рік. Херсон. — 2007. — 39 с.
170. Просунко В. Довготерміновий прогноз агromетeоролoгiчних умов на друге півріччя 2004 року / В. Просунко // Пропозиція. — 2004. — №7. — С. 39–39.
171. Методика державного випробування сільськогосподарських культур / Під. ред. В. В. Волкодава. — К., 2001. — Вип. 2. — 65с.
172. Гур'єв І. А. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи / І. А. Гур'єв, В. К. Рябчун, П. П. Літун та ін. — Харків, 2003. — 43с.
173. Вилкова Н. А. Методические рекомендации по оценке кукурузы на комплексную устойчивость к вредителям и болезням / Н. А. Вилкова, В. Г. Иващенко, А. Н. Фролов. и др.— М.: ВАСХНИЛ, 1989.— 43с.

174. Бутенко Р. Г. Биотехнология растений: культура клеток — М.: Агропромиздат, 1989. — 280 с.
175. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures// *Physiol. Plant.* — 1962. Vol. 15, N 13. — P. 473-497.
176. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. / R. A. Fisher — New Delhi: Cosmo Publications, 2006. — 354 p.
177. Основи наукових досліджень в агрономії / [В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко та ін.]; За ред В. О. Єщенка. — К.: Дія, 2005. — 288 с.
178. Заїка С. П. Адаптивний потенціал ранньостиглих гібридів кукурудзи / С. П. Заїка, Л. І. Перевертун // *Вісник аграр. науки.* — 2000. — Спец. випуск. — С. 66–67.
179. Парій Ф. М. До питання еволюції кукурудзи при доместикації / Ф. М. Парій // *Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук. праць.* — К.: Аграрна наука, 2004. — С. 42–47.
180. Кононенко Л. А. Оценка адаптивной способности и экологической стабильности гибридов кукурузы силосного направления для Белгородской области / Л. А. Кононенко, В. П. Бахтин, О. В. Шинкаренко // *Кукуруза и сорго.* — № 1. — 2007. — С. 5–8.
181. Азуркін В. О. Генетичні параметри формування ознаки «насіннєва продуктивність» у простих гібридів кукурудзи / В. О. Азуркін, М. І. Поліщук // *Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства).* — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С. 171–177.
182. Карнаух М. М. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від передзбиральної густоти стояння рослин / М. М. Карнаух // *Науковий збірник Вісник Степу Ювілейний випуск до 80-річчя заснування Національної академії аграрних наук та 100-річчя Кіровоградського інституту АПВ Матеріали VII Всеукраїнської науково-*

практичної конференції молодих учених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України — стан та перспективи розвитку» 24 березня 2011 року. — Кіровоград «КОД», 2011. — С. 84–87.

183. Литвиненко М. А. Селекційне вдосконалення зернових культур / М. А. Литвиненко // Вісник аграрної науки. — 2006. — № 12. — С. 30–32.

184. Ерохин Г. А. Селекция и семеноводство кукурузы в Самарском НИИСХ / Г. А. Ерохин // Кукуруза и сорго. — 2003. — № 4. — С. 2–5.

185. Йованович Ж. Технологія вирощування ЗП гібридів кукурузи в умовах інтенсивного виробництва / Ж. Йованович, Ж. Виденович, М. Вескович // Кукуруза и сорго. — 2000. — № 4. — С. 22–24.

186. Франковская Т. М. Испытание гибридов кукурузы с участием стерильных аналогов, полученных методами беккрасса и андрогенеза / М. Т. Франковская, Л. Г. Огняник, О. А. Шацкая и др. // Кукуруза и сорго. — 2009. — № 1. — С. 6–8.

187. Kang Y. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security / Y. Kang, S. Khan, X. Ma // *Progress in Natural Science* — 2009. — Vol. 19(12). — P. 1665-1674.

188. Якунін О. П. Ефективність різних технологічних схем вирощування кукурудзи / О. П. Якунін, Ю. П. Загоруйко, Є. П. Волна та ін. // Бюлетень інституту зернового господарства. — Дніпропетровськ, 1999. — № 8. — С. 17–21.

189. Кравченко М. С. Ефективність безполицевого обробітку ґрунту при вирощування кукурудзи на зерно в умовах ЗАТ НВП "РАЙЗ-АГРО" Підліснівська філія / М. С. Кравченко, І. М. Масик, В. М. Вихрачов та ін. // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». — 2009. — Вип. 7 (17). — С. 41–44.

190. Пащенко Ю. М. Оптимізація мінерального удобрення різних біотипів кукурудзи / Ю. М. Пащенко // Бюлетень зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С. 125–131.

191. Романова А. А. Засухоустойчивые гибриды для зоны Нижнего Поволжья / А. А. Романова, О. Н. Панфилова // Кукуруза и сорго. — 2000. — № 3. — С. 13–15.
192. Лихачев Н. И. Семеноводство кукурузы в Алтайском крае / Н. И. Лихачев, А. И. Боровик // Кукурудза и сорго. — 2001. — № 1. — С. 11–12.
193. Шевченко М. С. Вплив гібридів та строків сівби на вологість зерна кукурудзи і енергозатратність виробництва / М. С. Шевченко, В. С. Рибка, В. Т. Робу // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2000. — № 14. — С. 38–43.
194. Романенко О. Л. Про що свідчать цифри / О. Л. Романенко, В. С. Рибка, А. О. Кулик // Насінництво. — 2008. — № 4. — С. 18–20.
195. Кравченко В. М. Характеристика самозапилених ліній та сестринських гібридів кукурудзи, споріднених за генетичною плазмою дробужанка / В. М. Кравченко // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — 2008. — № № 33–34. — С. 172–177.
196. Дзюбецький Б. В. Селекція подвійних міжлінійних гібридів на базі ліній, що відрізняються за скоростиглістю і генетичному походженню / Б. В. Дзюбецький, А. Н. Дуда, В. Ю. Черчель // Бюлетень інституту зернового господарства. — Дніпропетровськ, 1999. — № 10. — С. 59–62.
197. Антонюк С. П. Сучасна гетерозисна модель простого гібрида / С. П. Антонюк, М. М. Федько // Бюл. ін-ту зерн. госп-ва. — Дніпропетровськ, 2008. — № № 33–34. — С. 127–131.
198. Кабанець В. М. Вивчення нових та перспективних гібридів кукурудзи в умовах Лісостепової частини Сумської області / В. М. Кабанець, М. О. Штукін // Вісник Сумського національного університету. Серія «Агрономія і біологія» — 2004. — Вип. 1 (18). — С. 35–38.

199. Кирпа М. Я. ормування витрат палива при сушінні насіння кукурудзи / М. Я. Кирпа // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2001. — № № 15–16. — С. 37–41.

200. Рибка В. С. Резерви економії паливно-мастильних і других матеріально-грошових ресурсів при вирощуванні кукурудзи / В. С. Рибка, Т. В. Ільченко, Ю. М. Пащенко та ін. // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 1999. — № 11. — С. 28–30.

201. Панфилов А. Э. Предуборочная и послеуборочная динамика влажности зерна кукурузы в связи с десикацией посевов / А. Э. Панфилов, Е. С. Иванова // Кукуруза и сорго. — 2007. — № 5. — С. 10–14.

202. Романенко О. Л. Про що свідчать цифри. Продуктивність і економіко-енергетична ефективність вирощування різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи в умовах північної частини Запорізької області / О. Л. Романенко, В. С. Рибак, А. О. Кулик // Насінництво. — 2008. — № 4. — С. 18–20.

203. Базалій В. В. Енергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО на поливних землях півдня України / В. В. Базалій, Ю. О. Лавриненко, М. О. Іванів та ін. // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. — 2010. — Вип. 71. — С. 8–16.

204. Пащенко Ю. М. Продуктивність гібридів кукурудзи та вологість зерна залежно від строків сівби / Ю. М. Пащенко, В. П. Бондар, В. К. Єна // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2000. — № 14. — С. 49–51.

205. Дзюбецкий Б. В. Гибриды кукурузы для Степной зоны / Б. В. Дзюбецкий, С. М. Крамарев, Ю. М. Пащенко та ін. // Кукуруза и сорго. — 2000. — № 2. — С. 8–9.

206. Кирпа М. Я. Характер дозрівання та формування схожості насіння гібридів кукурудзи в умовах Північного Степу України / М. Я. Кирпа, М. О. Стюрко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. — Дніпропетровськ, 2015. — № 3 (37). — С. 115–119.

207. Чучмій І. П. Досягнення і перспективи селекції гібридів кукурудзи для умов Лісостепу і Полісся України / І. П. Чучмій, І. В. Ковальчук, В. С. Борецько // Науковий вісник. — 2002. — № 48. — С. 20–25.

208. Дзюбецький Б. В. Вологість зерна у простих середьоранніх гібридів, створених на базі ліній з різною довжиною вегетаційного періоду / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, О. М. Дуба // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 1999. — № 11. — С. 9–11.

209. Базалій В. В. Збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в ґрунтово-екологічних пунктах Південного Степу України / В. В. Базалій, Ю. О. Лавриненко, С. В. Коковіхін та ін. // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. — Херсон: Айлант, 2011. — Вип. 74. — С. 3–11.

210. Парій М. Ф. Контроль алелей генів стерильності у кукурудзи при розмноженні стерильних форм на основі генів чоловічої стерильності та маркерного гена / М. Ф. Парій, Я. Ф. Парій, Ф. М. Парій // Зб. наук. праць Уманського НУС — 2013. — Вип. 83. — С. 56–62.

211. Опалко А. И. Генетические системы контролируемого размножения кукурудзы / А. И. Опалко, М. А. Макаручук // 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.

212. Опалко А. И. Совершенствование производства семян гибридной кукурудзы / А. И. Опалко, М. А. Макаручук // Продовольственная безопасность и устойчивое сельское развитие: Глобальные, национальные и

региональные аспекты: Материалы Международной научно-практической конференции. — Нальчик: КБГАУ, 2014. — С. 37–40.

213. Пащенко Ю. М. Адаптивні і ресурсозберезні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія / Ю. М. Пащенко, В. М. Борисов, О. Ю. Шишкіна. — Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2009. — 224 с.

214. Боденко Н. А. Селекція на посухо- та жаростійких середньостиглих гібридів кукурудзи / Н. А. Боденко // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2001. — № 17. — С. 72–75.

215. Агафонов Н. С. К методике изучения структуры урожая / Н. С. Агафонов, Е. А. Тороп, А. А. Тороп // Селекция и семеноводство. — 2005. — № 4. — С. 7–12.

216. Макарчук 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.

217. 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.

218. 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.

219. 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.

220. Макаrchук 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>

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

222. 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.

223. Makarchuk M. O. The peculiarities of the interlinear crossing of *Zea mays* L. corn in the condstions 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.

224. 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.

225. Макаrchук М. О. Особливості формування врожаю нових гібридів кукурудзи на краплинному зрошені / 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.

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

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

228. Опалко А. І. Проблеми і перспективи використання гетерозисного ефекту у селекції рослин / А. І. Опалко, М. О. Макарчук, 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.

229. Tubiello F. N. Effects of climate change on US crop production: simulation results using two different GCM scenarios. Part I: Wheat, potato, maize, and citrus. / F. N. Tubiello, C. Rosenzweig, R. A. Goldberg, S. Jagtap et al. // *Climate Research*. — 2002. — Vol. 20 (3). — P. 259–270.

230. Базалій В. В. Оптимізація сортового складу озимої пшениці за параметрами екологічної стійкості в умовах південного степу України / В. В. Базалій, О. В. Ларченко, Г. Г. Базалій // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивної технології вирощування. Збір. наук. праць. — Київ, 2008. — С. 355–363.

231. Чучмій І. П. Результати селекції гібридів кукурудзи для умов Лісостепу і Полісся України / Чучмій І. П., Борейко В. С. // Збірник наукових праць, присвячений 100-річчю з дня народження С.С. Рубіна. — Умань: УСГА, 2000. — С. 174–178.

232. Олешко О. Г. Адаптивна характеристика гібридів кукурудзи створених за учасю лінії ДК 633//266-112 / О. Г. Олешко // Бюлетень Інституту зернового господарства. — 2003. — № 21–22. — С. 65–69.

233. Гаркава О. М. Екологічна пластичність та адаптивна здатність гібридів кукурудзи / О. М. Гаркава // Науково-теоретичний, Науково-практичний журнал Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — Дніпропетровськ, 2007. — № 2. — С. 37–41.

234. Silva P. R. D. Adaptability and stability of corn hybrids grown for high grain yield. / P. R. D. Silva, D. A. Bisognin, A. B. Locatelli, L. Storck // Acta Scientiarum. Agronomy. — 2014. — Vol. 36 (2). — P. 175–181.

235. Орлянский Н. А. Селекция кукурузы на адаптивность и загущение посевов / Н. А. Орлянский, Н. А. Орлянская, Д. Г. Зубко // Кукуруза и сорго. — 2005. — № 5. — С. 2–4.

236. Бакай С. С. Інтенсивне насінництво зернових культур / С. С. Бакай. — К.: Урожай, 1992. — 184 с.

237. Кильчевский А. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. I. Обоснование метода / А. В. Кильчевський, Л. В. Хотылева // Генетика. — 1985. — Т. XXI. — № 9. — С. 1481–1490.

238. Дзюбецький Б. В. Комбінаційна здатність та адаптаційний потенціал ліній кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, С. П. Антонюк, І. Д. Галечко та ін. // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. — Херсон: Айлант, 2008р. — Вип. 58. — С. 7–16.

239. Поупа О. Гомеостаз, развитие и адаптация / О. Поупа // Журн. общ. биологии. — 1961. — Т 22. — № 1. — С. 3–8.

240. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В. В. Хальгильдин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. — М., Наука — 1978. — С. 111–116.

241. Allard R. W. Genetic basis of the evolution of adaptiveness in plants / R. W. Allard // *Euphytica*, 1996. — Vol. 92 (1–2). — P. 1–11.
242. Braun H. I. CIMMYT's approach to breeding for wide adaptation. / H. I. Braun, S. Rayaram, M. Ginkel / *Euphytica*. — 1996. — Vol. 92, №1-2. — P. 175–183.
243. Кильчевский А. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. II. Числовой пример и обсуждение / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // *Генетика*. — 1985. — Т. XXI, № 9. — С. 1491–1498.
244. Кильчевский А. В. Генотип и среда в селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. — Мн.: Наука и техника, 1989. — 191 с.
245. Дзюбецький Б. В. Адаптивна здатність та екологічна стабільність тесткросів кукурудзи альтернативних геноплазм в умовах Західного Лісостепу України / Б. В. Дзюбецький, М. М. Федько, Я. Д. Заплітний // *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. — 2013. — №4. — С. 61–64.
246. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // *Crop. Sci.* — 1966. — Vol. 6, № 1. — P. 36–40.
247. Ващенко В. В. Адаптивність і стабільність сортів ячменю ярого за показниками продуктивності / В. В. Ващенко, О. О. Шевченко // *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. — 2013. — № 1 (31). — С. 11–15.
248. Климова О. Е. Экологическая пластичность и адаптивная способность гибридов сахарной кукурузы / О. Е. Климова, Т. Г. Куприченкова, Т. Ф. Плеханова // *Кукурузы и сорго*. — 2007. — № 3. — С. 18–22.
249. Савченко С. П. Параметри адаптивної здатності й стабільності інбредних ліній кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України / С. П. Савченко // *Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання: Тези доповідей*

міжнародної науково-практичної конференції. — Оброшино, 2005. — С. 175–176.

250. Лавриненко Ю. О. Селекційно-технологічні аспекти підвищення стійкості виробництва зерна кукурудзи в умовах зрошення / Ю. О. Лавриненко, С. Я. Плоткін, І. В. Михаленко // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства) Випуск присвячується 100-річчю від дня народження відомого вченого у галузі рослинництва, доктора сільськогосподарських наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ Дмитра Сидоровича Фільова. — Дніпропетровськ, 2003. — № 20. — С. 33–34.

251. Красновський С. Очікування і реальність: урожайність кукурудзи у 2014 році / С. Красновський // Агроном. — 2014. — № 4. (46). — С. 108–110.

252. Подолян В. Г. Урожайність і адаптивність гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу України / В. Г. Подолян // Збірник наукових праць, присвячений 100-річчю з дня народження С.С. Рубіна. — Умань: УСГА, 2000. — С. 183–188.

253. Лавриненко Ю. О. Адаптивна характеристика нових гібридів кукурудзи / Ю. О. Лавриненко, С. В. Коковіхін, С. Я. Плоткін та ін. // Збірник наукових праць ХДАУ. — Херсон: Айлант, 2007. — Вип. 52. — С. 76–82.

254. Базалій В. В. Обґрунтування еколого-генетичних основ адаптивної селекції озимої пшениці / В. В. Базалій // Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів. — 2005. — Т. 3, № 1–2. — С. 115–129.

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

256. Макарчук О. С. Ідентифікація самозапилених ліній кукурудзи за показниками скоростиглості та комбінаційної здатності / О. С. Макарчук // Науковий вісник. — 2002. — № 48. — С 142–146.

257. Пащенко О. М. Строки сівби та густота стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах Південного Степу України / Ю. М. Пащенко, М. А. Остапенко, Л. С. Єремко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — Дніпропетровськ, 2007. — № 2. — С. 24–28.

258. Грабовський М. Б. Добір на скоростиглість у гібридних популяціях, одержаних за участю ліній гетерозисної групи лакауне / М. Б. Грабовський, Н. А. Боденко, О. П. Олізько, Т. О. Грабовська // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний цент з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С. 31–34.

259. Дзюбецький Б. В. Тривалість періоду «сходи цвітіння 50 % качанів» у гібридів від схрещування ранньостиглих та середньопізініх ліній / Б. В. Дзюбецький, О. М. Дуда, В. Ю. Черчель та ін. // Бюлетень інституту зернового господарства УААН. — Дніпропетровськ, 2000. — № 11. — С. 60–64.

260. Кошеляев В. В. Селекция раннеспелых линий кукурузы в Пензенской области / В. В. Кошеляев, В. А. Серко // Кукуруза и сорго. — 2000. — № 5. — С. 11–15.

261. Мартон Ч. Засухоустойчивость гибридов кукурузы / Ч. Мартон, Т. Сунди, Б. Дерффи // Кукуруза и сорго. — 2001. — № 5. — С. 23–24.

262. Колісник О. М. Стійкість самозапилених ліній кукурудзи до *Ustilago zeae Sphaelothecareiliana* / О. М. Колесник, В. А. Мазур, І. М. Дідур // Селекційно-генетична наука і освіта: матер. Міжнар. Наук. конфер. / редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. — Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2016. — С. 134–137.

263. Удовенко А. И. Особенности орошения кукурузы / А. И. Удовенко // Агроном. — 2015. — № 4 (50). — С. 88–92.

264. Чучмій І. П. Досягнення та перспективи селекції гібридів кукурудзи для умов Лісостепу і Полісся України / І. П. Чучмій, І. В. Ковальчук, В. С. Борейко // Науковий вісник Національного аграрного університету. — 2002. — Вип. 48. — С. 20–25.

265. Кравцов И. А. Продуктивность родительских форм гибридов кукурузы и густота посева / И. А. Кравцов, И. В. Федоткин // Кукуруза и сорго. — 2001. — № 3. — С. 12–13.

266. Філіпов Г. Л. Фотосинтетична діяльність зрошуваної кукурудзи в посівах різної структури / Г. Л. Філіпов, Л. С. Єременко // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний цент з проблем зернового господарства) Випуск присвячується 100-річчю від дня народження відомого вченого у галузі рослинництва, доктора сільськогосподарських наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ Дмитра Сидоровича Фільова. — Дніпропетровськ, 2003. — № 20. — С.21–23.

267. Марочко В. А. Варіювання морфологічних ознак та елементів продуктивності у кременистих гібридів кукурудзи / В. А. Марочко // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний цент з проблем зернового господарства) — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С. 43–48.

268. Peterson P.A. Maize genetics and breeding in the 20th century / Peter A. Peterson, Angelo Bianchi. — World Scientific, 1999. — 379 p.

269. Мазур О. В. Оцінка самозапилених ліній та гібридів кукурудзи за придатністю до механізованого збирання і обмолоту / О. В. Мазур // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С. 37–40.

270. Кириченко В. В. Селекція кукурудзи на стійкість проти основних хвороб / В. В. Кириченко, Л. М. Чернобай, М. М. Чупіков // Вісник аграрн. наук. — 2005. — № 10. — С. 36–38.

271. Заморська І. О. Результати вивчення інбредних ліній кукурудзи щодо стійкості проти основних хвороб в умовах Лісостепу України / І. О. Заморська // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Генетичні ресурси для адаптаційного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання». — Оброшино, 2005. — С. 105.

272. Шмараєв Г. Е. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции кукурузы / Г. Е. Шмараєв // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — Л., 1975. — Вып. 1. — Т. 56. — С. 84–90.

273. Козубенко Л. В. Вихідний матеріал для селекції кукурудзи на стійкість до пухирчастої сажки та гнилі стебла / Л. В. Козубенко, І. А. Гурєва, Л. М. Чернобай та ін. // Селекція і насінництво. — 2000. — Вип. 84. — С. 11–16.

274. Круть М. Роль елементів технології вирощування зернових культур у захисті посівів від злакових мух / М. Круть // Пропозиція. — 2002. — № 7. — С. 60–61.

275. Грикун О. Найважливіші шкідники кукурудзи в Україні / О. Грикун // Пропозиція. — 2007. — № 5. — С. 70–78.

276. Грикун О. Найважливіші шкідники кукурудзи в Україні / О. Грикун // Пропозиція. — 2007. — № 7. — С. 80–82.

277. Адамчук О. С. Поширення західного кукурудзяного жука в країнах Європи та Україні / О. С. Адамчук // Агроном. — 2007. — № 2 (16). — С. 28–32.

278. Грикун О. Хвороби кукурудзи / О. Грикун // Пропозиція. — 2007. — № 2. — С. 64–71.

279. Байдик Г. В. Стебловий (кукурудзяний) метелик — основний шкідник кукурудзи / Г. В. Байдик // Агроном. — 2016. — № 2 (52) — С. 136–137.

280. Круть М. Главный недруг кукурузы / М. Круть // Зерно. — 2016. — № 3 (120). — С. 174–176.

281. Янчук А. Вредные организмы на посевах сахарной кукурузы и методы ограничения их распространения / А. Янчук // Овощеводство. — 2007. — № 6 (30). — С. 50–56.

282. Сотченко Е. На прицеле — кукурузный мотылек / Е. Сотченко, Бокхольт Карл // Агроном. — 2014. — № 3 (45). — С. 120–122.

283. Юрку А. И. Методические аспекты оценки кукурузы на продуктивность, как на функцию устойчивости растений к стрессовым факторам окружающей среды / А. И. Юрку, Е. М. Юрку-Страйстарь, В. Н. Пожого, и др. // Кукуруза и сорго. — № 1. — 2006. — С. 16–24.

284. Чайка А. К. Вредоносность головневых заболеваний кукурузы в Приморском крае / А. К. Чайка, Т. Д. Мартынюк // Кукуруза и сорго. — 2001. — № 5. — С. 19–22.

285. Курцев В. О. Шкідливі організми кукурудзи в короткоротаційних сівоzmінах у Північному Степу України / В. О. Курцев, Т. В. Мостіпан // Науковий збірник Вісник Степу матеріали Хвсеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України — стан та перспективи розвитку» 20-21 березня 2014 року. — Кіровоград, 2014. — Вип. 11. — С. 123–125.

286. Заморська І. О. Результати селекції інбредних ліній і гібридів кукурудзи щодо зменшення втрат від ураження пухирчастою сажкою / І. О. Заморська // 36. наук. праць Уманського ДАУ. — Умань, 2005. — Вип. 61. — С. 143–147.

287. Литвиненко К. В. Розвиток хвороб кукурудзи та їх шкідливість залежно від видів та дози внесення добрив в Північному Лісостепу України // Бюлетень інституту зернового господарства (Науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2008. — №№ 33–34. — С. 208–210.

288. Загинайло М. Справжній делікатес / М. Загинайло, М. Таганцова, В. Гаврилюк // Насінництво. — 2008. — № 5. — С. 22–25.

289. Козубенко Л. В. Вихідний матеріал для селекції кукурудзи на стійкість до пухирчастої сажки та гнилі стебла / Л. В. Козубенко, І. А. Гурєва, Л. М. Чернобай та ін. // Селекція і насінництво. — 2000. — Вип. 84. — С. 11–17.
290. Чайка А. К. Вредоносность головневых заболеваний кукурузы в Приморском крае / А. К. Чайка, Т. Д. Мартынюк // Кукуруза и сорго. — 2001. — № 5. — С. 19–22.
291. Марков І. Л. Діагностика хвороб кукурудзи та біоекологічні особливості їх збудників / І. Л. Марков // Агроном. — 2015. — № 3 (49). — С. 128–138.
292. Гур'єва І. А. Класифікатор–довідник виду *Zea mays* L./ І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун, Л. В. Козубенко та ін. — Харків, 1994. — 72с.
293. Бутенко Р. Г. Культура клеток растений и биотехнология / Р. Т. Бутенко. — М.: Наука, 1986. — 280 с.
294. Калинин Ф. А. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. А. Калинин, В. В. Сарнацкая, В. Е. Полищук. — К.: Наук. думка, 1980. — 488 с.
295. Носов А. М. Культура клеток высших растений — уникальная система, модель, инструмент / А. М. Носов // Физиология растений. — 1999. — Т. 46. — № 6. — С. 837–844.
296. Kyte L. Plants from test tubes: an introduction to micropropagation / L. Kyte, J. G. Kleyn. — Portland: Timber Press, 1996. — 240 p.
297. Барабин А. И. Генетика: учеб. пособие / А. И. Барабин. — Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. — 116 с.
298. Косенко І. С. Регенерація рослин у процесі мікроклонального розмноження / І. С. Косенко, А. І. Опалко, М. В. Небиков // Автохтонні та інтродуковані рослини: Зб. наук. праць НДП «Софіївка» НАН України. — 2008. — Вип. 3–4. — С. 57–67.

299. Шевелуха В. С. Сельскохозяйственная биотехнология / В. С. Шевелуха. — М.: Высш. школа, 2003. — 340 с.
300. Широков А. И. Основы биотехнологии растений : электрон. учеб.-метод. пособие / А. И. Широков, Л. А. Крюков. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. — 49 с.
301. Ochatt S. J. *In vitro* flowering and seed set: acceleration of generation cycles / S. J. Ochatt, R. S. Sangwan // Plant cell culture: essential methods [Ed. Michael R. Davey and Paul Anthony]. — Chichester; Oxford: John Wiley and Sons, 2010. — Ch. 6. — P. 97–109.
302. Носов А. М. Культура клеток высших растений — уникальная система, модель, инструмент / А. М. Носов // Физиология растений. — 1999. — Т. 46, №6. — С. 837–844.
303. Кунах В. А. Геномная изменчивость соматических клеток растений / В. А. Кунах // Биополимеры и клетка. — 1998. — Т. 14, №4. — С. 298–317.
304. Кунах В. А. Изменчивость растительного генома в процессе дедифференцировки и каллусообразования *in vitro* / В. А. Кунах // Физиология растений. — 1999. — Т. 15, №5. — С. 235–252.
305. Сатарова Т. М. Оцінка реципрокного ефекту в культурі *in vitro* у генотипів кукурудзи зародкової плазми Ланкастер / Т. М. Сатарова, К. В. Деркач, О. Є. Абраїмова // Бюлетень Інституту зернового господарства. — 2011. — № 40. — С. 20–24.
306. Чеченева Т. Н. Повышение регенерационной способности инбредных линий кукурузы *in vitro* / Т. Н. Чеченева, В. А. Труханов // Цитология и генетика. — 1997. — Том. 31, №2. — С. 36–39.
307. Bonavia D. Maize: origin, domestication, and its role in the development of culture / D. Bonavia / Duccio Bonavia. — Cambridge et al.: Cambridge University Press, 2013. — 606 p.
308. Hallauer A. R. Quantitative genetics in maize breeding / A. R. Hallauer, M. J. Carena, J. B. Miranda Filho // Handbook of plant breeding / [Eds.:

Jaime Prohens, Fernando Nuez, Marcelo J. Carena]. — New York; Dordrecht; Heidelberg; London: Springer, 2010. — Vol. 6.— 679 p.

309. Поліщук В. В. Використання культури *in vitro* для розноження материнських компонентів гетерозисних гібридів кукурудзи / В. В. Поліщук // Вісник Львівського ДАУ: Агрономія. — 2001. — Том 1, №5. — С. 402–405.

310. Поліщук В. В. Вплив регуляторів росту на ризогенез кукурудзи в культурі *in vitro* / В. В. Поліщук // Зб. наук. пр. Інституту землеробства південного регіону УААН. — 2002. — №3. — С. 181–183.

311. Поліщук В. В. Калюсотвірна і регенераційна здатність сортів, гібридів і інбредних ліній кукурудзи / В. В. Поліщук, Л. О. Рябовол, І. П. Чучмій // Зб. наук. пр. Уманської ДАА. — 2001. — Вип. 52. — С.36–38.

312. Ляпустіна О. В. Морфометричні кореляції розвитку елементів зернівки кукурудзи в період раннього ембріогенезу / О. В. Ляпустіна // Бюлетень Інституту зернового господарства — Дніпропетровськ, 2008. — № 33–34. — С. 149–151.

313. Вдовитченко М. Ю. Способ получения «искусственных семян» из культуры корня клемника байкальского (*Scute llariaubai calensisu Georgi*) / М. Ю. Вдовитченко, И. Н. Кузовкина // Патент РФ № 2415928. (Введен в 2011 г.).

314. 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.

315. Гаврилюк М. М. Особливості технологій прискореного розмноження насіння / М. М. Гаврилюк // Агроєкологічний журнал. — 2003. — № 31. — С. 20–24.

316. Schnable P. S. Heterosis / P. S. Schnable, R. F. Swanson-Wagner // Handbook of maize: Its biology. N. Y /: Springer Science+Business Media, — 2009. — pp. 457–467.

317. Деревець К. А. Ефективність обробки насіння кукурудзи проти патогенної мікрофлори / К. А. Деревець // Бюлетень інституту зернового господарства (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). — Дніпропетровськ, 2007. — № 31–32. — С.120–125.

318. Ситник В. П. Кукурудза — основа кормової бази високопродуктивного тваринництва / В. П. Ситник // Вісник аграрної науки. — 2005. — № 8. — С. 5–7.

319. Михаленко І. В. Економіко-технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в умовах зрошення півдня України / І. В. Михаленко // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. — Херсон: Гринь Д.С., 2012. — Вип. 78. — С. 318–319.

320. Запорожець Ж. М. Економічна ефективність вирощування насіння гібридів кукурудзи за новою схемою розміщення батьківських компонентів / Ж. М. Запорожець // Збірник наукових праць Уманського ДАУ. — Умань, 2005. — Вип. 61. — С. 97–104.

321. Виличку Ф. К. Нулевая отцовская форма / Ф. К. Виличку, Н. М. Спицина, И. А. Павленкова та ін. // Кукуруза и сорго. — 1990. — № 2. — С. 46–49.

322. Гонтаровский В. А. Взаимодействие генов Rf_1 и Rf^{var} в цитоплазме техаского типа ЦМС кукурузы / В. А. Гонтаровский // Генетика. — 1985. — Т. XXI. — № 7. — С. 1177–1184.

323. Лавриненко О. Ю. Агроекологічні моделі гібридів кукурудзи ФАО 200–300 для умов південного регіону України / О. Ю. Лавриненко, В. Г. Найдьонов, О. О. Нетреба // Збірник наукових праць ХДАУ. — Херсон: Айлант, 2006. — Вип.47. — С.71–76.

324. Гудзь Ю. В. Семеноводство кукурузы на орошаемых землях: (справочное руководство). — Изд-во «Наддніпряньська правда» / Ю. В. Гудзь, Ю. О. Лавриненко. — Херсон, 1995. — 96 с.

325. Дзюбецький Б. В. Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи / Б. В. Дзюбецький,

В. С. Рибка, В. Ю. Черчель та ін. // Збірник наукових праць. ХДАУ. — Херсон: Айлант. — 2007. — Вип. 53. — С. 27–36.

326. Циков В. С. Біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи та їх висхідних форм залежно від агрофону і густоти рослин / В. С. Циков, М. М. Муляр // Збірник наукових праць. — Херсон: Айлант, 2003. — Вип. 28. — С. 15–18.

327. Воронин Н. А. Особенности влагоотдачи при созревании зерна у самоопыленных линий кукурузы / А. Н. Воронин, С. А. Хорошилов, Г. М. Журба т ін. // Кукуруза и сорго. — 2006. — № 3. — С. 2–5.

328. Циков В. С. Біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи та їх висхідних форм залежно від агрофону і густоти рослин / В. С. Циков, М. М. Муляр // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. — Херсон: Айлант, 2003. — Вип. 28. — С. 15–18.

329. Орлянский Н. А. Проблемы и перспективы возделывания и селекции зерновой кукурузы в Центральном Черноземье / Н. А. Орлянский // Кукуруза и сорго. — 2007. — № 6. — С. 2–3.

330. Орлянский Н. А. Эффективность возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Центрального Черноземья / Н. А. Орлянский, Н. А. Орлянская // Кукуруза и сорго. — 2008. — № 1. — С. 20–22.

331. Базалій В. В. Збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в ґрунтово-екологічних пунктах Південного Степу України / [В. В. Базалій, Ю. О. Лавриненко, С. В. Коковіхін та ін.] // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал.— Херсон: Айлант, 2011. — Вип. 74. — С. 3–11.

332. Шатковський А. П. перспективи застосування крапельного зрошення для вирощування просапних культур польової сівозміни / А. П. Шатковський, Л. О. Семенко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Стан та перспективи застосування краплинного

зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва, 30 березня 2012 р. — 2012. — С. 8–9.

333. Ольгаренко Г. В. Развитие капельного орошения в Российской Федерации / Г. В. Ольгаренко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва, 30 березня 2012 р. — 2012. — С. 10–11.

334. Базалій В. В. Економічна оцінка технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення півдні країни залежно від гібридного складу та екологічного пункту випробування // В. В. Базалій, М. О. Іванів, С. В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. — Херсон: Айлант, 2010. — Вип. 70. — С. 24–37.

335. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи / Держагропром УРСР. Центр. нормат. - досл. ст. з праці Держагропрому УРСР. — К.: Урожай, 1991. — 472 с.

336. Бурик А. Ф., Каричковський В. Д. Розрахунок комплексних нормативів витрат у галузі рослинництва на основі використання інформаційних технологій на базі науково-виробничого підрозділу Уманського НУС / А. Ф. Бурик, В. Д. Каричковський // Методичні рекомендації. — Умань, РВЦ УНУС, 2012. — 110 с.

337. Методичні рекомендації з планування, обліку і калькуляції собівартості продукції (робіт послуг) сільськогосподарських підприємств. Затв. наказом Мін аграр. політики України від 18.05.2001 р. № 132 // Баланс-Агро. — №6 (30). — С. 1–28.

338. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / За ред. О.М. Шпичака. — К.: ІАЕ, 2003. — 484 с.

339. Нормативні витрати, ціни, баланси сільськогосподарської продукції і України та країнах світу / За ред. О.М. Шпичака, Ю. Я. Гапусенка. — К.: ННЦ «ІАЕ», 2006. — 693с.

340. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств. / В. Г. Андрійчук — К.: КНЕУ, 2002. — 624 с.

341. Макарчук М. О. Ефективність вирощування зерна кукурудзи у різних агроекологічних 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.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Метеорологічні умови за роки проведення досліджень (за даними метеостанції м. Умань)

Роки	Місяці												Середнє за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	
Кількість опадів, мм													
СБ	47,0	44,0	39,0	48,0	55,0	87,0	87,0	59,0	43,0	33,0	43,0	48,0	633,0*
2006	20,2	38,6	84,6	42,0	48,6	46,5	40,8	49,7	46,0	44,8	23,2	10,7	495,7*
2007	36,8	36,1	12,8	10,0	6,5	35,3	28,3	109,4	33,1	13,2	64,6	29,8	415,9*
2008	17,9	8,5	49,6	54,5	33,7	51,2	44,7	27,3	126,8	17,5	33,0	51,4	516,1*
Середньодобова температура повітря, °С													
СБ	−5,7	−4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	−2,4	+7,4
2006	−8,7	−5,9	0,5	9,1	14,3	17,8	20,2	20,2	15,1	9,3	3,6	2,1	+8,1
2007	2,0	−2,9	5,5	8,5	18,7	20,9	23,0	21,4	14,8	9,1	0,6	−1,0	+10,0
2008	−3,1	0,4	4,6	10,0	13,8	18,6	21,1	21,6	13,4	9,9	3,8	0,4	+9,5
Відносна вологість повітря, %													
СБ	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88	76
2006	82	85	82	68	63	72	64	69	72	43	90	89	73
2007	82	85	71	57	57	63	58	71	75	80	86	93	73
2008	85	70	77	78	72	70	63	59	79	84	85	91	76

СБ – середньобаторічні дані,

* – сума опадів за рік.

Додаток А.2

Метеорологічні умови за роки проведення досліджень (за даними метеостанції м. Херсон)

Роки	Місяці												Середнє за роки
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Кількість опадів, мм													
СБ	29,0	29,0	29,0	32,0	45,0	53,0	43,0	37,0	48,0	32,0	36,0	38,0	451*
2006	20,4	12,4	71,9	8,2	47,1	62,0	5,9	39,5	19,5	6,4	25,9	2,0	321,2*
2007	48,1	25,4	14,8	23,2	10,2	24,0	12,8	28,9	44,4	53,7	73,2	23,2	381,9*
2008	13,0	7,8	46,2	62,3	29,7	38,1	137,0	0,6	83,0	29,4	22,1	2,7	471,9*
Середньодобова температура, °С													
СБ	−1,6	−0,9	3,1	10,2	15,9	20,1	23,1	22,2	16,5	10,4	3,8	-0,6	+10,2
2006	-7,0	-3,8	3,6	10,6	15,3	21,3	22,5	24,2	18,0	11,7	4,8	2,8	10,3
2007	3,8	-0,3	6,0	9,6	19,4	23,6	25,7	25,5	17,4	12,3	3,0	0,6	12,2
2008	-3,7	0,7	6,6	11,4	14,9	21,1	22,8	24,3	16,3	12,0	5,6	0,7	11,1
Відносна вологість повітря, %													
СБ	86	83	78	68	64	64	61	61	68	75	85	88	74
2006	81	84	81	68	71	66	56	60	66	79	88	88	74
2007	83	81	69	61	59	56	52	56	71	78	85	88	70
2008	81	82	78	80	72	63	67	52	69	83	83	86	75

СБ – середньобаторічні дані (дані 1986-2005рр.),

* – сума опадів за рік.

Додаток Б.1

Урожайність і збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібридів кукурудзи Піонер-Гран 3978 та Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, (2006–2008 рр.)

Гібридна комбінація		Урожайність, т/га		Збиральна вологість зерна, %	
		Лісостеп	Степ	Лісостеп	Степ
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)		4,7	7,3	24,3	12,2
ПЗС×П5СВСІСІ		5,0*	7,7*	27,9*	12,7
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ		5,3*	7,1	23,2	12,8
ПЗзМ×П5СВСІСІ		5,5*	8,4*	25,7	13,1
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ		5,9*	7,7*	25,7	12,1
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ		5,5*	7,9*	25,5	12,5
ПЗзМVg1Vg1а2а2×П5СВСІСІ		5,6*	8,1*	26,1*	13,0
ПЗПМа2а2msms×П5СВСІСІ		6,2*	8,4*	25,7	12,5
ПЗМa1a1×П5МBа1a1		5,7*	8,9*	27,3*	14,5*
ПЗзMACR×П5MBP-RR		6,8*	8,5*	24,5	12,5
НР ₀₅	фактор (А) середовище	0,1	0,2	0,8	0,6
	фактор (В) генотип	0,3	0,4	1,5	1,1
	фактор (AB) взаємодія	0,4	0,6	2,5	1,9
П7С×П26СВa1a1 (контроль)		5,7	7,5	27,1	13,5
П7зС×П26СВa1a1		6,1*	8,0*	29,3*	13,5
П7зCVg1Vg1×П26СВa1a1		5,7	7,8	29,5*	15,1*
П7зCa1a1×П26СВa1a1		7,5*	7,8	26,0	14,9*
П7зCAGR×П26СВСІСІ		7,6*	8,7*	24,9	13,7
НР ₀₅	фактор (А) середовище	0,2	0,3	1,0	1,0
	фактор (В) генотип	0,3	0,4	1,4	1,2
	фактор (AB) взаємодія	0,5	0,7	2,3	2,1

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

Додаток Б.2

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах
Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен		Кількість зерен в ряду		Маса 1000 зерен	
		качана		стрижня		качана		стрижня							
		см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю	шт	± до контролю	г.	± до контролю
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)		13,9	—	15,9	—	4,0	—	2,2	—	16,2	—	32,5	—	230,8	—
ПЗС×П5CVCICI		14,7	+0,8	16,1	+0,2	4,0	0	2,1	-0,1	16,7	+0,5	35,5*	+3,0	196,2*	-34,6
ПЗзCa2a2×П5CVCICI		13,7	-0,2	15,6	-0,3	4,1	+0,1	2,2	0	16,4	+0,5	32,5	0	190,4*	-40,4
ПЗзМ×П5CVCICI		14,1	+0,2	15,7	-0,2	3,9	-0,1	1,9	-0,3	18,4*	+2,2	36,1*	+3,6	158,9*	-71,9
ПЗМа2a2×П5CVCICI		14,4	+0,5	15,9	0	4,1	+0,1	2,1	-0,1	16,9*	+0,7	33,3	+0,8	209,3*	-21,5
ПЗзМа2a2×П5CVCICI		14,3	+0,4	15,8	-0,1	4,1	+0,1	2,0	-0,2	17,9*	+1,7	34,9*	+2,4	204,3*	-26,5
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI		13,3	-0,6	14,7*	-1,2	4,0	0	2,0	-0,2	17,6*	+1,4	33,3	+0,8	195,4*	-35,4
ПЗПМа2a2msms×П5CVCICI		15,1*	+1,2	16,7	+0,8	4,1	+0,1	2,1	-0,1	16,5	+0,3	35,1*	+2,6	216,2	-14,6
ПЗМa1a1×П5MBa1a1		15,6*	+1,7	17,3*	+1,4	4,2	+0,2	2,2	0	16,6	+0,4	35,7*	+3,2	233,7	+2,9
ПЗзMACR×П5MBP-RR		16,4*	+2,5	17,8*	+1,9	4,1	+0,1	2,1	-0,1	15,8	-0,4	39,4*	+6,9	223,6	-7,2
НР ₀₅	фактор (А) середовище	0,5		0,5		0,1		0,1		0,3		1,3		10,4	
	фактор (В) генотип	0,9		1,0		0,1		0,1		0,6		2,3		19,0	
	фактор (АВ) взаємодія	1,5		1,7		0,2		0,2		1,0		4,0		32,9	

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

Додаток Б.3

Варіювання (V, %) елементів структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина		Діаметр		Кількість рядів зерен	Кількість зерен в ряду	Маса 1000 зерен
	качана	стрижня	качана	стрижня			
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	14,5	14,6	6,5	7,0	6,5	12,3	15,8
ПЗС×П5СВСІСІ	16,7	15,7	8,1	8,6	8,0	15,4	17,1
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	17,8	15,7	6,9	8,9	6,6	19,0	7,1
ПЗзМ×П5СВСІСІ	12,2	12,0	7,3	10,3	4,8	10,5	8,1
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	10,0	10,9	7,0	7,5	7,2	7,7	10,6
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	14,8	15,2	8,9	11,8	8,6	11,6	15,7
ПЗзМVg1Vg1а2а2×П5СВСІСІ	13,9	14,7	6,5	6,0	5,4	12,9	11,7
ПЗПМа2а2msms×П5СВСІСІ	10,0	10,8	6,3	6,9	5,9	14,8	6,1
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	9,4	8,4	7,2	8,2	8,0	7,7	10,1
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	8,0	6,7	5,0	5,0	5,4	7,3	10,2

Додаток Б.4

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах
Лісостепу, 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен		Кількість зерен в ряду		Маса 1000 зерен	
	качана		стрижня		качана		стрижня							
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю	шт	± до контролю	г.	± до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2006 р.														
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)	14,8	–	16,9	–	4,3	–	2,3	–	17,2	–	34,5	–	245,1	–
ПЗС×П5CVCICI	15,6	+0,8	17,1	+0,2	4,3	0	2,2	-0,1	17,8	+0,6	37,7	+3,2	208,4*	-36,7
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	14,6	-0,2	16,6	-0,3	4,4	+0,1	2,3	0	17,4	+0,2	34,6	+0,1	202,2*	-42,9
ПЗзМ×П5CVCICI	15,0	+0,2	16,7	-0,2	4,2	-0,1	2,0	-0,3	19,5*	+2,3	38,3*	+3,8	168,8*	-76,3
ПЗMa2a2×П5CVCICI	15,3	+0,5	16,9	0	4,3	0	2,2	-0,1	18,0	+0,8	35,4	+0,9	222,3	-22,8
ПЗзMa2a2×П5CVCICI	15,2	+0,4	16,8	-0,1	4,3	0	2,1	-0,2	19,0*	+1,8	37,1	+2,6	217,0	-28,1
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI	14,2	-0,6	15,6	-1,3	4,3	0	2,2	-0,1	18,7*	+1,5	35,3	+0,8	207,5*	-37,6
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI	16,0	+1,2	17,7	+0,8	4,3	0	2,2	-0,1	17,5	+0,3	37,3	+2,8	229,6	-15,5
ПЗMalal1×П5MBalal	16,6*	+1,8	18,4	+1,5	4,5	+0,2	2,3	0	17,6	+0,4	37,9	+3,4	248,2	+3,1
ПЗзMACR×П5MBP-RR	17,4*	+2,6	18,9*	+2,0	4,3	0	2,2	-0,1	16,8	-0,4	41,9*	+6,5	237,5	-7,6
НІР ₀₅	1,5		1,6		0,2		0,2		1,0		3,5		29,7	

Продовження додатку Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2007 р.														
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)	15,5	–	17,6	–	4,1	–	2,2	–	15,2	–	35,2	–	240,7	–
ПЗС×П5CVCICI	16,5	+1,0	18,0	+0,4	4,2	+0,1	2,1	-0,1	17,4*	+2,2	39,0*	+3,8	210,3	-30,4
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	15,9	+0,4	17,8	+0,2	4,2	+0,1	2,3	+0,1	15,1	-0,1	38,4*	+3,2	182,3*	-58,4
ПЗзМ×П5CVCICI	15,4	-0,1	17,2	-0,4	4,0	-0,1	2,0	-0,2	17,9*	+2,7	38,2	+3,0	161,3*	-79,4
ПЗMa2a2×П5CVCICI	15,0	-0,5	16,6	-1,0	4,2	+0,1	2,1	0	17,2*	+2,0	33,3	-1,9	222,3	-18,4
ПЗзMa2a2×П5CVCICI	15,8	+0,3	17,5	-0,1	4,3	+0,2	2,1	0	16,9*	+1,7	36,1	+0,9	232,7	-8,0
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI	14,8	-0,7	16,5	-1,1	4,1	0	2,0	-0,2	16,9*	+1,7	35,8	+0,6	192,0*	-48,7
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI	15,9	+0,4	17,7	+0,1	4,1	0	2,1	-0,1	15,6	+0,4	35,8	+0,6	215,6	-25,1
ПЗMalal×П5MBalal	16,4	+0,9	17,9	+0,3	4,3	+0,2	2,3	+0,1	17,2*	+2,0	37,1	+1,9	209,7	-31,0
ПЗзMACR×П5MBP-RR	16,9	+1,4	18,2	+0,6	4,0	-0,1	2,0	-0,2	14,9	-0,3	39,8*	+4,6	230,0	-10,7
НІР ₀₅	1,6		1,8		0,2		0,1		1,3		3,8		45,0	
2008 р.														
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)	11,5	–	13,3	–	3,7	–	2,0	–	16,3	–	27,7	–	206,7	–
ПЗС×П5CVCICI	12,1	+0,6	13,3	0	3,6	-0,1	1,9	-0,1	15,0*	-1,3	29,8	+2,1	170,0*	-36,7
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	10,7	-0,8	12,5	-0,8	3,8	+0,1	1,9	-0,1	16,6	+0,3	24,9	-2,8	186,7	-20,0
ПЗзМ×П5CVCICI	11,9	+0,4	13,3	0	3,6	-0,1	1,7	-0,3	17,7*	+1,4	31,7	+4,0	146,7*	-60,0
ПЗMa2a2×П5CVCICI	12,9	+1,4	14,2	+0,9	3,8	+0,1	1,9	-0,1	15,6	-0,7	31,2	+3,5	183,3	-23,4

Продовження додатку Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ПЗзMa2a2×П5CVCICI	11,9	+0,4	13,1	-0,2	3,6	-0,1	1,7	-0,3	17,8*	+1,5	31,6	+3,9	163,3*	-43,4
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI	11,0	-0,5	12,0	-1,3	3,7	0	1,9	-0,1	17,2	+0,9	28,7	+1,0	186,7	-20,0
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI	13,4*	+1,9	14,6	+1,3	3,8	+0,1	2,0	0	16,0	-0,3	32,3	+4,6	203,3	-3,4
ПЗMa1a1×П5MBa1a1	13,9*	+2,4	15,7*	+2,4	3,8	+0,1	2,0	0	14,9*	-1,4	32,1	+4,4	243,3*	+36,6
ПЗзMACR×П5MBP-RR	14,9*	+3,4	16,3*	+3,0	3,9	+0,2	2,1	+0,1	15,7	-0,6	36,5*	+8,8	203,3	-3,4
НІР ₀₅	1,5		1,8		0,2		0,2		1,0		4,8		27,3	

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

Додаток Б.5

Варіювання (V, %) елементів структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина						Діаметр						Кількість рядів зерен			Кількість зерен в ряду			Маса 1000 зерен		
	стрижня			качана			качана			стрижня											
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
ПЗзСа2а2×П5СВС ICI (контроль)	7,0	8,3	5,6	7,6	11,0	3,9	3,6	3,8	3,1	4,3	2,7	5,0	2,7	5,7	3,5	4,2	5,7	8,9	11,4	20,2	14,0
ПЗС×П5СВСICI	10,3	8,5	14,2	8,4	5,3	14,7	1,3	2,4	2,8	4,5	2,7	10,5	1,8	2,0	2,7	8,8	0,8	19,6	14,3	16,2	17,6
ПЗзСа2а2× П5СВСICI	5,1	5,0	5,7	4,3	5,1	3,8	1,3	4,1	1,5	4,3	5,1	3,0	2,9	4,6	1,2	4,9	3,9	7,0	4,0	9,6	3,1
ПЗзМ×П5СВСICI	0,8	2,6	4,6	2,6	2,1	5,4	2,4	1,4	4,8	2,8	2,8	6,9	0,9	0,6	2,6	2,6	7,5	7,6	3,7	8,9	3,9
ПЗМа2а2× П5СВСICI	5,7	6,2	9,3	7,2	11,3	5,5	3,5	5,0	1,5	4,5	8,2	3,0	1,9	3,5	6,7	5,6	7,0	6,3	5,4	7,6	3,1
ПЗзМа2а2× П5СВСICI	5,9	4,0	16,4	4,9	4,6	17,4	1,3	2,3	4,2	4,8	2,7	10,2	7,5	11,2	3,9	7,5	2,8	17,4	1,2	4,3	3,5
ПЗзМVg1Vg1а2а2× П5СВСICI	2,8	5,1	5,4	2,8	5,0	5,7	0	2,4	4,1	2,7	5,7	3,0	2,9	2,7	3,1	6,7	11,2	7,2	9,5	18,7	3,1
ПЗПМа2а2msms× П5СВСICI	5,0	8,2	1,6	6,3	8,3	4,0	2,7	3,8	2,6	6,8	4,8	5,0	3,5	3,4	3,5	3,4	4,6	2,0	1,4	5,6	2,8
ПЗМа1а1× П5МВa1а1	4,4	3,7	6,5	3,6	2,8	7,9	1,3	1,3	2,6	2,5	6,7	5,0	2,6	1,2	5,1	1,3	1,4	1,8	5,9	3,2	10,3
ПЗзMACR× П5MBP-RR	2,6	4,9	5,2	1,1	2,9	2,3	1,3	1,4	2,6	0	5,0	2,8	0,3	1,5	1,9	3,8	5,0	6,5	7,6	12,0	2,8

Додаток Б.6

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах
Степу, середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен		Кількість зерен в ряду		Маса 1000 зерен	
		качана		стрижня		качана		стрижня							
		см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю	шт	± до контролю	г.	± до контролю
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)		17,6	—	18,6	—	4,2	—	2,2	—	16,2	—	40,0	—	251,4	—
ПЗС×П5CVCICI		17,7	+0,1	18,8	+0,2	4,4	+0,2	2,3	+0,1	17,4*	+1,2	43,0	+3,0	226,9*	-24,5
ПЗзCa2a2×П5CVCICI		17,7	+0,1	19,0	+0,4	4,4	+0,2	2,4	+0,2	16,7	+0,5	40,9	+0,9	263,0	+11,6
ПЗзМ×П5CVCICI		18,0	+0,4	19,1	+0,5	4,4	+0,2	2,2	0	18,5*	+2,3	43,4*	+3,4	229,1*	-22,3
ПЗМа2a2×П5CVCICI		17,9	+0,3	19,2*	+0,6	4,5	+0,3	2,4	+0,2	18,3*	+2,1	40,9	+0,9	246,3	-5,1
ПЗзМа2a2×П5CVCICI		17,9	+0,3	18,9	+0,3	4,6	+0,4	2,4	+0,2	17,8*	+1,6	42,5*	+2,5	254,4	+3,0
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI		16,8*	-0,8	18,1	-0,5	4,4	+0,2	2,2	0	18,1*	+1,9	39,9	-0,1	236,7*	-14,7
ПЗПМа2a2msms×П5CVCICI		18,1	+0,5	19,2*	+0,6	4,3	+0,1	2,3	+0,1	16,7	+0,5	42,8*	+2,8	265,6	+14,2
ПЗМa1a1×П5MBa1a1		18,4*	+0,8	19,6*	+1,0	4,5	+0,3	2,4	+0,2	17,3*	+1,1	40,4	+0,4	264,7	+13,3
ПЗзMACR×П5MBP-RR		19,3*	+1,7	20,2*	+1,6	4,5	+0,3	2,4	+0,2	17,1*	+0,9	43,6*	+3,6	257,1	+5,7
НР ₀₅	фактор (А) середовище	0,4		0,3		0,1		0		0,4		0,9		7,8	
	фактор (В) генотип	0,6		0,6		0,1		0,1		0,8		1,6		14,3	
	фактор (AB) взаємодія	1,1		1,0		0,2		0,1		1,4		2,7		24,7	

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

Додаток Б.7

Варіювання (V, %) елементів структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина		Діаметр		Кількість рядів зерен	Кількість зерен в ряду	Маса 1000 зерен
	качана	стрижня	качана	стрижня			
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	6,0	6,6	6,6	10,0	6,1	5,4	8,6
ПЗС×П5СВСІСІ	6,3	6,0	5,3	8,4	6,1	5,5	5,1
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	6,5	6,3	6,7	9,3	10,6	5,3	11,7
ПЗзМ×П5СВСІСІ	9,4	6,3	6,3	10,5	7,3	9,0	7,1
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	5,7	5,0	5,3	8,1	6,4	7,9	5,8
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	4,9	4,9	4,6	7,6	6,1	4,9	10,6
ПЗзМVg1Vg1а2а2×П5СВСІСІ	7,2	6,5	5,3	12,3	5,5	6,6	8,3
ПЗПМа2а2msms×П5СВСІСІ	5,3	5,9	5,4	9,5	5,5	6,6	6,0
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	5,0	5,1	5,8	11,3	8,4	5,3	7,1
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	6,4	5,7	5,1	9,1	4,7	7,8	7,8

Додаток Б.8

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах
Степу, 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен	Кількість зерен в ряду	Маса 1000 зерен			
	качана		стрижня		качана		стрижня				г.	± до контролю		
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю			шт	± до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2006 р.														
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)	18,7	–	19,7	–	4,5	–	2,4	–	17,2	–	42,5	–	266,7	–
ПЗС×П5CVCICI	18,8	+0,1	19,9	+0,2	4,7	+0,2	2,4	0	18,5	+1,3	45,7*	+3,2	240,9*	-25,8
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	18,8	+0,1	20,2	+0,5	4,8	+0,3	2,5	+0,1	17,7	+0,5	43,4	+0,9	279,3	+12,6
ПЗзМ×П5CVCICI	19,1	+0,4	20,3	+0,6	4,7	+0,2	2,4	0	19,6*	+2,4	46,1*	+3,6	243,3*	-23,4
ПЗMa2a2×П5CVCICI	19,0	+0,3	20,4	+0,7	4,8	+0,3	2,5	+0,1	19,4*	+2,2	43,5	+1,0	261,6	-5,1
ПЗзMa2a2×П5CVCICI	19,0	+0,3	20,1	+0,3	4,9	+0,4	2,5	+0,1	18,9*	+1,7	45,1*	+2,6	270,2	+3,5
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI	17,8	-0,9	19,2	-0,5	4,7	+0,2	2,4	0	19,2*	+2,0	42,4	-0,1	251,3	-15,4
ПЗПMa2a2msms×П5CVCICI	19,2	+0,5	20,4	+0,7	4,6	+0,1	2,4	0	17,7	+0,5	15,4*	+2,9	282,0	+15,3
ПЗMalal1×П5MBalal	19,5	+0,8	20,8*	+1,1	4,8	+0,3	2,5	+0,1	18,4	+1,2	42,9	+0,4	281,1	+14,4
ПЗзMACR×П5MBP-RR	20,5*	+1,8	21,4*	+1,7	4,8	+0,3	2,5	+0,1	18,2	+1,0	46,3*	+3,8	273,1	+6,4
НІР ₀₅	1,1				0,2		0,1		1,4		2,6		22,0	

Продовження додатку Б.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2007 р.														
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)	17,6	–	18,9	–	4,2	–	2,4	–	16,1	–	39,5	–	258,3	–
ПЗС×П5CVCICI	17,8	+0,2	18,9	0	4,2	0	2,4	0	17,5*	+1,4	42,2	+2,7	223,7*	-34,6
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	17,6	0	18,7	-0,2	4,3	+0,1	2,5	+0,1	16,2	+0,1	40,1	+0,6	249,3	-9,0
ПЗзМ×П5CVCICI	18,3	+0,7	19,2	+0,3	4,4	+0,2	2,4	0	18,9*	+2,8	43,2*	+3,7	234,3*	-24,0
ПЗМа2a2×П5CVCICI	17,1	-0,5	18,5	-0,4	4,3	+0,1	2,5	+0,1	17,7*	+1,6	37,2	-2,3	247,0	-11,3
ПЗзМа2a2×П5CVCICI	17,5	-0,1	18,5	-0,4	4,4	+0,2	2,5	+0,1	17,1	+1,0	40,7	+1,2	255,7	-2,6
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI	16,5*	-1,1	17,4*	-1,5	4,3	+0,1	2,4	0	17,7*	+1,6	38,9	-0,6	234,7*	-23,6
ПЗПМа2a2msms×П5CVCICI	17,5	-0,1	18,9	0	4,2	0	2,4	0	16,2	+0,1	40,3	+0,8	263,0	+4,7
ПЗМa1a1×П5MBa1a1	18,0	+0,4	18,9	0	4,5	+0,3	2,5	+0,1	18,0*	+1,9	39,1	-0,4	250,0	-8,3
ПЗзMACR×П5MBP-RR	18,0	+0,4	19,1	+0,2	4,4	+0,2	2,5	+0,1	16,7	+0,6	39,5	0	262,0	+3,7
HIP ₀₅	1,1		1,0		0,2		0,2		1,3		3,2		15,8	
2008 р.														
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)	16,5	–	17,1	–	4,0	–	1,9	–	15,3	–	38,0	–	228,3	–
ПЗС×П5CVCICI	16,4	-0,1	17,5	+0,4	4,3	+0,3	2,0	+0,1	16,3	+1,0	41,2*	+3,2	216,0	-12,3
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	16,8	+0,3	18,2	+1,1	4,3	+0,3	2,1	+0,2	16,1	+0,8	39,1	+1,1	260,3	+32,0
ПЗзМ×П5CVCICI	16,5	0	17,9	+0,8	4,1	+0,1	1,9	0	16,9	+1,6	40,9	+2,9	209,7	-18,6
ПЗМа2a2×П5CVCICI	17,6	+1,1	18,7*	+1,6	4,5	+0,5	2,1	+0,2	17,7*	+2,4	42,1*	+4,1	230,3	+2,0

Продовження додатку Б.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ПЗзMa2a2×П5CVCICI	17,2	+0,7	18,1	+1,0	4,5	+0,5	2,1	+0,2	17,3*	+2,0	41,6*	+3,6	237,3	+9,0
ПЗзMVg1Vg1a2a2×П5CVCICI	16,0	-0,5	17,6	+0,5	4,3	+0,3	1,9	0	17,5*	+2,2	38,4	+0,4	224,0	-4,3
ПЗПMa2a2msms×П5CVCICI	17,6	+1,1	18,3*	+1,2	4,2	+0,2	2,0	+0,1	16,1	+0,8	42,6*	+4,6	251,7	+23,4
ПЗMala1×П5MBala1	17,6	+1,1	19,1*	+2,0	4,3	+0,3	2,0	+0,1	15,6	+0,3	39,2	+1,2	263,0	+34,7
ПЗзMACR×П5MBP-RR	19,3*	+2,8	20,0*	+2,9	4,4	+0,4	2,1	+0,2	16,4	+1,1	45,0*	+7,0	236,3	-2,0
НІР ₀₅	1,4		1,2		0,3		0,1		1,8		3,0		35,3	

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

Додаток Б.9

Варіювання (V, %) елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина						Діаметр						Кількість рядів зерен			Кількість зерен в ряду			Маса 1000 зерен		
	качана			стрижня			качана			стрижня											
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
ПЗзCa2a2×П5CVCICI (контроль)	2,7	2,7	3,9	2,0	3,2	2,3	4,4	2,7	5,2	2,4	2,4	3,0	3,9	2,9	4,6	1,9	1,7	3,8	5,0	1,4	9,5
ПЗС×П5CVCICICI	2,5	2,9	2,7	2,3	3,4	1,2	1,2	1,4	2,3	2,4	2,4	2,8	3,1	3,3	3,1	2,3	1,0	4,7	0	1,8	2,1
ПЗзCa2a2× П5CVCICICI	3,1	1,4	7,5	2,8	2,4	7,3	3,6	3,5	7,2	2,5	4,0	4,8	10,5	7,4	14,3	3,4	3,3	2,3	9,5	0,6	18,9
ПЗзМ×П5CVCICICI	7,6	6,1	10,1	2,7	4,4	2,6	1,2	3,4	1,4	2,4	4,2	3,0	2,2	4,0	4,5	8,1	8,4	8,8	2,5	3,0	3,9
ПЗМа2a2× П5CVCICICI	3,5	3,8	3,5	1,5	2,8	1,7	2,1	2,3	2,6	2,3	2,3	2,7	2,2	4,6	7,5	4,2	5,1	3,7	1,8	2,4	1,7
ПЗзМа2a2× П5CVCICICI	0,9	0,6	2,2	1,6	1,6	1,7	1,2	2,3	1,3	0	2,3	2,7	3,7	6,4	2,4	1,0	2,3	0,5	8,8	3,5	16,0
ПЗзMVg1Vg1a2a2× П5CVCICICI	5,6	6,1	6,9	5,2	3,8	6,7	1,2	1,3	2,8	2,4	2,4	3,1	2,5	3,6	4,0	3,8	7,4	4,0	7,2	4,4	10,3
ПЗПМа2a2msms× П5CVCICICI	2,4	0,6	4,3	3,1	1,8	5,8	2,5	2,4	3,6	0	2,4	2,9	3,0	1,3	5,0	4,6	4,3	5,1	2,3	4,0	5,1
ПЗМa1a1× П5MBa1a1	1,5	1,0	3,0	1,5	3,3	0,6	2,4	4,4	2,3	4,6	8,2	5,6	4,3	4,0	4,6	2,0	1,1	4,7	5,7	5,4	6,22
ПЗзMACR× П5MBP-RR	1,3	5,6	3,1	0,9	3,6	4,0	1,2	2,3	1,3	0	2,3	2,8	0,8	1,6	0,3	1,2	4,7	4,0	4,5	6,5	4,6

Додаток Б.10

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах
Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен		Кількість зерен в ряду		Маса 1000 зерен	
		качана		стрижня		качана		стрижня							
		см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю	шт	± до контролю	г.	± до контролю
П7С×П26СВа1а1 (контроль)		17,4	—	18,6	—	3,8	—	2,0	—	12,9	—	38,8	—	234,4	—
П7зС×П26СВа1а1		17,6	+0,2	19,0	+0,4	4,1	+0,3	2,2	+0,2	13,8*	+0,9	40,1	+1,3	285,5*	+51,1
П7зСVg1Vg1×П26СВа1а1		16,1*	-1,3	17,5*	-1,1	4,0	+0,2	2,1	+0,1	13,3	+0,4	38,8	0	235,3	+0,9
П7зСа1а1×П26СВа1а1		18,1*	+0,7	19,4*	+0,8	4,1	+0,3	2,2	+0,2	14,0*	+1,1	40,5*	+1,7	260,7*	+26,3
П7зСАСР×П26СВСІСІ		18,0*	+0,6	19,3*	+0,7	4,0	+0,2	2,2	+0,2	13,9*	+1,0	40,1	+1,3	252,0*	+17,6
НР ₀₅	фактор (А) середовище	0,5		0,5		0,1		0,2		0,4		1,1		12,0	
	фактор (В) генотип	0,6		0,7		0,2		0,2		0,5		1,4		15,5	
	фактор (АВ) взаємодія	1,0		1,2		0,3		0,1		0,8		2,5		26,9	

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

Додаток Б.11

Варіювання (V, %) елементів структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина		Діаметр		Кількість рядів зерен	Кількість зерен в ряду	Маса 1000 зерен
	качана	стрижня	качана	стрижня			
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	7,3	7,7	6,6	6,4	7,7	6,0	13,2
П7зС×П26СВ $alal$	8,1	9,4	6,8	7,4	5,4	7,6	13,7
П7зСVg1Vg1×П26СВ $alal$	6,6	5,3	5,8	4,8	6,8	6,5	9,8
П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$	5,2	6,2	5,4	6,1	5,6	4,9	8,2
П7зСACR×П26СВCICI	6,3	6,7	10,4	5,2	5,0	5,5	10,0

Додаток Б.12

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу,
2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен		Кількість зерен в ряду		Маса 1000 зерен	
	качана		стрижня		качана		стрижня		рядів зерен		зерен в ряду		зерен	
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю	шт	± до контролю	г.	± до контролю
2006 р.														
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	18,5	–	19,8	–	4,1	–	2,1	–	13,7	–	41,2	–	249,0	–
П7зС×П26СВ $alal$	18,7	+0,2	20,2	+0,4	4,3	+0,2	2,3	+0,2	14,7*	+1,0	42,6	+1,4	303,2*	+54,2
П7зСVg1Vg1×П26СВ $alal$	17,1*	-1,4	18,6*	-1,2	4,3	+0,2	2,2	+0,1	14,1	+0,4	41,2	0	249,9	+0,9
П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$	19,2	+0,7	20,6	+0,8	4,4	+0,3	2,3	+0,2	14,9*	+1,2	43,0	+1,8	276,9*	+27,9
П7зСACR×П26СВCICI	19,1	+0,5	20,5	+0,7	4,2	+0,1	2,3	+0,2	14,7*	+1,0	42,6	+1,4	267,6	+18,6
НІР ₀₅	0,9		0,9		0,3		0,1		0,8		2,7		19,9	
2007 р.														
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	17,9	–	19,2	–	3,8	–	2,0	–	12,3	–	38,9	–	251,0	–
П7зС×П26СВ $alal$	18,1	+0,2	19,9	+0,7	4,1	+0,3	2,2	+0,2	13,5*	+1,2	40,3	+1,4	318,3*	+67,3
П7зСVg1Vg1×П26СВ $alal$	16,0*	-1,9	17,2*	-2,0	3,9	+0,1	2,0	0	12,5	+0,2	38,1	-0,8	240,3	-10,7
П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$	17,7	-0,2	19,4	+0,2	4,1	+0,3	2,1	+0,1	13,7*	+1,4	38,6	-0,3	265,3	+14,3
П7зСACR×П26СВCICI	18,2	+0,3	19,7	+0,5	4,1	+0,3	2,1	+0,1	13,5*	+1,2	40,1	+1,2	235,0	-16,0
НІР ₀₅	1,7		1,9		0,3		0,1		1,1		4,0		31,6	

Продовження додатку Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2008 р.														
П7С×П26СВа1а1(контроль)	15,8	–	16,9	–	3,6	–	1,8	–	12,8	–	36,3	–	203,3	–
П7зС×П26СВа1а1	16,0	+0,2	17,0	+0,1	3,8	+0,2	2,0	+0,2	13,3	+0,5	37,5	+1,2	235,0*	+31,7
П7зСVg1Vg1×П26СВа1а1	15,2	-0,6	16,6	-0,3	3,9	+0,3	2,0	+0,2	13,3	+0,5	37,2	+0,9	215,7	+12,4
П7зСа1а1×П26СВа1а1	17,3*	+1,5	18,1*	+1,2	3,9	+0,3	2,1	+0,3	13,5	+0,7	39,8*	+3,5	240,0*	+36,7
П7зСАСR×П26СВС1С1	16,6	+0,8	17,7	+0,8	3,8	+0,2	2,1	+0,3	13,4	+0,6	37,6	+1,3	253,3*	+50,0
НІР ₀₅	1,1		1,0		0,2		0,1		0,8		2,2		25,1	

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

Додаток Б.13

Варіювання (V, %) елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина						Діаметр						Кількість рядів зерен			Кількість зерен в ряду			Маса 1000 зерен		
	стрижня			качана			качана			стрижня											
		2007 р.	2008 р.		2007 р.	2008 р.		2007 р.	2008 р.		2007 р.	2008 р.		2007 р.	2008 р.		2007 р.	2008 р.		2007 р.	2008 р.
П7С×П26СВa1a1 (контроль)	1,1	4,2	2,8	0,9	4,2	2,8	3,8	5,4	1,6	0	2,8	3,1	6,3	9,8	2,7	1,8	2,5	3,7	8,6	13,2	5,7
П7зС×П26СВa1a1	3,0	7,2	1,9	4,3	8,4	0,7	2,3	5,7	4,1	2,5	7,0	2,9	2,8	4,7	0,9	5,2	8,5	1,8	2,9	4,0	2,1
П7зCVg1Vg1× П26СВa1a1	4,2	5,5	4,9	1,6	2,9	3,0	2,3	3,9	3,9	2,7	5,0	2,8	4,1	5,6	4,8	4,4	5,5	5,2	6,9	12,0	2,4
П7зCa1a1× П26СВa1a1	2,1	1,7	3,6	0	4,1	4,1	1,3	1,4	4,4	4,3	2,7	5,6	2,3	3,7	4,7	1,1	1,2	1,1	5,0	6,0	7,2
П7зCAGR× П26СВCICI	1,4	1,8	3,4	1,0	2,6	3,9	6,3	2,4	13,8	2,5	2,8	2,8	1,4	2,3	2,6	0,7	2,0	0,7	5,0	15,5	6,0

Додаток Б.14

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу,
середнє за 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація		Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен		Кількість зерен в ряду		Маса 1000 зерен	
		качана		стрижня		качана		стрижня							
		см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю	шт	± до контролю	г.	± до контролю
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)		21,9	—	23,0	—	4,2	—	2,3	—	13,2	—	44,9	—	276,4	—
П7зС×П26СВ $alal$		20,7*	-1,8	22,3	-0,7	4,1	-0,1	2,2	-0,1	13,6	+0,4	43,9	-1,0	267,3	-9,1
П7зСVg1Vg1×П26СВ $alal$		20,6*	-1,3	21,7*	-1,3	4,2	0	2,1	-0,2	13,6	+0,4	46,3	+1,4	278,8	+2,4
П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$		20,4*	-1,5	22,4	-0,6	4,2	0	2,3	0	14,0*	+0,8	42,8	-2,1	269,5	-6,9
П7зСACR×П26СВCICI		20,3*	-1,6	21,4*	-1,6	4,2	0	2,3	0	14,3*	+1,1	41,5*	-3,4	272,4	-4,0
НІР ₀₅	фактор (А) середовище	0,7		0,7		0,1		0		0,5		1,9		11,9	
	фактор (В) генотип	0,9		0,9		0,1		0,1		0,6		2,4		15,4	
	фактор (AB) взаємодія	1,5		1,5		0,2		0,1		1,0		4,2		26,7	

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

Додаток Б.15

Варіювання (V, %) елементів структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу, середнє за 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина		Діаметр		Кількість рядів зерен	Кількість зерен в ряду	Маса 1000 зерен
	качана	стрижня	качана	стрижня			
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	4,7	4,8	4,8	8,1	5,5	5,6	6,4
П7зС×П26СВ $alal$	6,7	6,4	5,3	14,4	7,2	5,6	8,8
П7зСVg1Vg1×П26СВ $alal$	5,0	4,8	4,4	10,4	6,5	6,4	8,1
П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$	10,4	8,5	5,3	12,7	7,6	10,5	8,1
П7зСACR×П26СВCICI	8,8	8,1	5,9	10,2	6,3	8,3	8,8

Додаток Б.16

**Елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу,
2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Довжина				Діаметр				Кількість рядів зерен		Кількість зерен в ряду		Маса 1000 зерен	
	стрижня		качана		качана		стрижня							
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	шт	± до контролю	шт	± до контролю	г.	± до контролю
2006 р.														
П7С×П26СВa1a1(контроль)	23,2	–	24,4	–	4,5	–	2,4	–	14,1	–	47,7	–	293,5	–
П7зС×П26СВa1a1	22,0	-1,2	23,7	-0,7	4,4	-0,1	2,4	0	14,5	+0,4	46,6	-1,1	283,9	-9,6
П7зСVg1Vg1×П26СВa1a1	21,8	–1,4	23,1	-1,3	4,5	0	2,2	-0,2	14,4	+0,3	49,2	+1,5	296,1	+2,6
П7зCa1a1×П26СВa1a1	21,7	–1,5	23,8	-0,6	4,5	0	2,4	0	14,9	+0,8	45,5	-2,2	286,2	-7,3
П7зCACR×П26СВCICI	21,5*	-1,7	22,7*	-1,7	4,5	0	2,4	0	15,2*	+1,1	44,1	-3,6	289,3	-4,2
НІР ₀₅	1,6		1,6		0,2		0,1		1,1		4,5		28,6	
2007 р.														
П7С×П26СВa1a1(контроль)	21,3	–	22,4	–	4,0	–	2,4	–	13,1	–	42,9	–	276,0	–
П7зС×П26СВa1a1	20,9	-0,4	22,3	-0,1	4,1	+0,1	2,5	+0,1	13,9	+0,8	42,3	-0,6	280,3	+4,3
П7зСVg1Vg1×П26СВa1a1	19,7	-1,6	21,0	-1,4	4,1	+0,1	2,3	-0,1	13,3	+0,2	42,6	-0,3	278,0	+2,0
П7зCa1a1×П26СВa1a1	21,4	+0,1	22,8	+0,4	4,1	+0,1	2,5	+0,1	14,2	+1,1	43,3	+0,4	279,0	+3,0
П7зCACR×П26СВCICI	21,1	-0,2	22,1	-0,3	4,1	+0,1	2,4	0	13,8	+0,7	42,0	-0,9	270,0	-6,0
НІР ₀₅	1,8		1,6		0,3		0,2		1,5		4,0		18,8	

Продовження додатку Б.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2008 р.														
П7С×П26СВa1a1(контроль)	21,1	–	22,1	–	4,1	–	2,1	–	12,5	–	44,2	–	259,7	–
П7зС×П26СВa1a1	19,3*	-1,8	20,9	-1,2	3,9	-0,2	1,8	-0,3	12,5	0	42,8	-1,4	237,7	-2,2
П7зСVg1Vg1×П26СВa1a1	20,2	-0,9	21,1	-1,0	4,1	0	1,8	-0,3	13,0	+0,5	47,2	+3,0	262,3	+2,6
П7зCа1a1×П26СВa1a1	18,2*	-2,9	20,6	-1,5	4,0	-0,1	1,9	-0,2	13,0	+0,5	39,7	-4,5	243,3	-16,4
П7зCACR×П26СВCICI	18,2*	-2,9	19,3*	-2,8	4,1	0	2,0	-0,1	14,0*	+1,5	38,5	-5,7	258,0	-1,7
НІР ₀₅	1,7		1,7		0,3		0,1		1,3		6,3		37,5	

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

Додаток Б.17

Варіювання (V, %) елементи структури продуктивності коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Довжина						Діаметр						Кількість рядів зерен			Кількість зерен в ряду			Маса 1000 зерен		
	стрижня			качана			качана			стрижня											
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	0,7	2,0	1,4	1,0	1,4	0,8	1,3	2,5	1,4	2,4	4,2	2,8	1,5	3,2	3,3	2,5	3,1	4,3	3,6	3,2	5,5
П7зС×П26СВ $alal$	3,3	4,3	4,1	3,5	5,1	2,9	2,3	1,4	2,9	0	2,3	3,1	3,6	4,6	2,4	3,5	4,4	2,5	3,2	3,0	4,2
П7зСVg1Vg1× П26СВ $alal$	1,8	2,2	0,7	0,9	1,6	2,7	1,3	1,4	2,4	2,6	5,1	3,1	4,0	4,6	7,0	0,6	1,1	1,4	4,9	4,6	10,9
П7зС $alal$ × П26СВ $alal$	6,8	4,1	9,2	6,1	5,3	9,9	4,4	3,7	2,5	2,4	2,3	3,1	5,5	6,4	4,1	8,7	6,9	13,9	3,4	2,7	5,2
П7зСACR× П26СВCICI	1,2	5,3	4,0	1,0	6,0	5,3	4,5	5,7	5,0	0	4,2	5,9	2,1	6,3	5,7	4,9	5,0	9,8	7,5	4,5	11,7

Додаток В.2

Коефіцієнт варіювання (V, %) тривалості основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Кількість діб від сівби до появи сходів			Кількість діб від сходів до																	
				50 % появи волоті			цвітіння волоті			появи приймачок			стиглості								
													молочної			воскової			повної		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	5,0	3,9	7,9	1,0	1,2	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,4	0,7	1,1	1,3	0,6	0,5	1,1	0,6
ПЗС×П5СВСІСІ	3,1	2,2	7,9	1,1	1,3	1,9	1,0	1,1	1,0	3,0	2,0	3,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	3,0	2,0	7,9	1,1	2,3	1,1	1,7	2,1	1,0	1,7	2,1	1,8	0,6	1,2	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
ПЗзМ×П5СВСІСІ	5,6	2,2	7,9	1,1	1,3	2,9	3,0	1,1	6,3	1,7	1,2	2,8	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	1,0
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	3,1	2,2	7,9	3,7	2,3	3,8	1,9	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	0,6	0,7	0,7	0,9	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	3,1	2,1	7,9	1,1	2,3	1,9	5,8	1,2	2,0	1,7	1,2	1,0	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	1,8
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	3,1	2,2	7,9	2,9	1,3	4,3	1,7	1,1	2,1	1,7	1,1	3,1	0,6	0,7	1,2	0,9	1,0	1,6	1,0	0,5	1,5
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	3,1	2,2	8,7	1,1	1,3	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	0	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
ПЗМалal×П5МВalal	2,9	2,0	7,5	1,1	1,4	1,1	1,0	1,1	1,7	1,0	1,2	1,0	1,1	1,2	0,7	0,5	1,0	0,6	1,0	0,5	1,0
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	3,1	2,2	7,5	1,8	3,3	1,1	1,0	3,0	1,1	2,6	4,1	2,1	0,6	1,2	0,7	0,9	1,0	0,6	0,9	0,5	1,1

[illegible]

Додаток В.4

Коефіцієнт варіювання (V, %) тривалості основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу, 2006–2008 рр.

Гібридна комбінація	Кількість діб від сівби до появи сходів			Кількість діб від сходів до																	
				50 % появи волоті			цвітіння волоті			появи приймачок			стиглості								
													молочної			воскової			повної		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	4,3	6,0	3,7	1,0	1,3	1,0	0,9	2,0	1,5	0,9	2,1	0,9	1,4	1,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5
ПЗС×П5СВСІСІ	4,3	6,2	3,8	1,0	1,2	1,0	0,9	1,9	0,9	0,9	1,1	0,9	0,7	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,5
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	4,0	6,0	3,5	1,0	2,2	1,0	0,9	1,0	0,9	2,4	3,2	0,9	1,2	0,9	0,7	0,6	0,8	0,6	0,9	0,6	0,7
ПЗзМ×П5СВСІСІ	8,7	6,7	3,5	1,0	1,2	1,0	1,7	1,0	0,9	3,1	3,8	1,6	0,7	0,9	0,7	1,3	1,3	0,6	0,5	0,6	0,5
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	4,3	6,7	3,8	1,0	1,2	1,6	0,9	2,0	0,9	0,9	1,2	0,9	1,2	0,9	0,7	0,6	0,8	1,1	0,5	0,6	0,5
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	4,3	6,7	3,7	1,0	2,1	1,9	0,9	1,1	1,6	1,6	1,1	1,9	0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	4,3	6,0	3,8	1,0	3,3	1,0	1,6	3,9	1,8	0,9	3,3	1,6	0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	4,2	6,0	3,9	1,0	1,2	1,0	0,9	1,1	1,0	1,8	2,1	0,9	1,4	0,9	0,7	0,6	0,8	1,3	0,5	0,6	0,5
ПЗМалal×П5МВalal	4,2	6,0	3,7	1,0	3,3	1,0	1,6	2,0	0,9	5,5	2,0	1,6	0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	4,0	6,0	0,7	1,0	2,5	1,0	1,6	2,9	0,9	0,9	1,9	0,9	0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5

Додаток В.5

Тривалість основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006-2008 рр.

Гібридна комбінація	Кількість діб від сівби до появи сходів			Кількість діб від сходів до																		
				50 % появи волоті			цвітіння волоті			появи приймачок			стиглості									
													молочної			воскової			повної			
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
агрокліматичні умови Лісостепу																						
П7С×П26СВ a_1a_1 (контроль)	20	28	8	53	44	52	59	49	58	60	51	57	91	85	82	102	94	94	112	107	97	
П7зС×П26СВ a_1a_1	20	28	8	54	48	51	57	52	53	59	53	55	92	85	85	105	96	95	113	108	99	
П7зС Vg_1Vg_1 ×П26СВ a_1a_1	20	28	8	55	48	51	58	53	53	61	55	56	91	85	82	103	95	93	111	106	97	
П7зС a_1a_1 ×П26СВ a_1a_1	19	28	8	51	41	53	56	47	57	60	52	57	91	81	84	103	92	96	113	105	100	
П7зС ACR ×П26СВ CI_1CI_1	19	26	9	51	44	50	56	51	52	58	54	53	96	87	89	107	95	100	116	109	103	
НІР ₀₅	1	1	1	2	1	2	2	1	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
агрокліматичні умови Степу																						
П7С×П26СВ a_1a_1 (контроль)	14	10	16	57	45	58	62	50	64	61	48	63	80	66	80	89	75	88	112	96	108	
П7зС×П26СВ a_1a_1	14	10	17	54	45	56	60	50	59	62	52	60	79	66	77	90	75	88	112	96	107	

Додаток В.6

**Коефіцієнт варіювання (V, %) тривалості основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Гран-6
в агрокліматичних умовах Лісостепу, 2006-2008 рр.**

Гібридна комбінація	Кількість діб від сівби до появи сходів			Кількість діб від сходів до																	
				50 % появи волоті			цвітіння волоті			появи приймачок			стиглості								
													молочної			воскової			повної		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	2,9	2,1	6,9	1,1	1,3	1,1	1,0	1,2	1,7	1,0	1,1	1,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,9	0,5	1,2
П7зС×П26СВ $alal$	2,9	2,1	6,9	1,8	3,2	1,1	1,7	1,1	1,9	1,7	1,1	1,1	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
П7зCVg1Vg1×П26СВ $alal$	2,9	2,1	6,9	1,1	1,2	1,1	2,0	1,1	2,9	0,9	1,0	1,0	0,6	0,7	0,7	1,0	0,6	0,6	0,5	0,5	1,0
П7зC $alal$ ×П26СВ $alal$	3,0	2,0	7,5	1,1	1,4	1,1	1,0	1,2	1,7	1,0	1,1	1,7	0,6	0,7	0,7	1,0	0,6	0,6	0	0,5	0,6
П7зC ACR ×П26СВCICI	3,0	2,2	6,2	1,1	1,3	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,8	1,1	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6

Додаток В.7

**Коефіцієнт варіювання (V, %) тривалості основних фаз вегетації коізогенних аналогів гібрида Гран-6
в агрокліматичних умовах Степу, 2006–2008 рр.**

Гібридна комбінація	Кількість діб від сівби до появи сходів			Кількість діб від сходів до																	
				50 % появи волоті			цвітіння волоті			появи приймачок			стиглості								
													молочної			воскової			повної		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	4,2	6,0	3,5	1,0	2,6	2,0	0,9	3,5	2,7	0,9	4,8	2,7	0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5
П7зС×П26СВ $alal$	4,0	6,0	3,5	1,1	1,3	1,0	1,0	2,3	1,0	0,9	1,9	1,0	0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5
П7зCVg1Vg1×П26СВ $alal$	3,9	12,4	3,3	2,1	3,3	1,0	1,9	3,9	1,0	2,4	4,6	0,9	1,4	1,7	0,7	0,6	1,5	0,7	0,5	1,2	0,5
П7зC $alal$ ×П26СВ $alal$	4,0	6,0	3,5	1,0	1,3	1,0	0,9	1,2	0,9	0,9	1,1	1,6	0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5
П7зC ACR ×П26СВ $CICI$	8,1	12,4	3,5	2,1	3,4	1,0	1,0	2,3	1,0	0,9	2,9	1,0	1,5	1,7	0,7	1,3	1,5	0,6	1,0	1,2	0,5

Додаток В.8

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

Гібридна комбінація	Висота рослин						Висота прикріплення господарсько-цінного качана					
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю
	2006 р.		2007 р.		2008 р.		2006 р.		2007 р.		2008 р.	
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	192,3	–	160,5	–	190,5	–	67,3	–	41,4	–	81,5	–
ПЗС×П5СВСІСІ	189,1	-3,2	160,8	+0,3	184,3*	-6,2	71,6	+4,3	48,3	+6,9	82,2	+0,7
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	190,1	-2,2	152,8	-7,7	194,2	+3,7	70,5	+3,2	41,7	+0,3	86,9*	+5,4
ПЗзМ×П5СВСІСІ	184,8	-7,5	158,9	-1,6	178,2*	-12,3	67,9	+0,6	49,5	+8,1	74,4*	-7,1
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	192,4	+0,1	159,2	-1,3	191,9	+1,4	65,9	-1,4	44,2	+2,8	76,0*	-5,5
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	195,2	+2,9	161,9	+1,4	194,2	+3,7	72,7	+5,4	47,2	+5,8	85,3	+3,8
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	194,9	+2,6	164,5	+4,0	191,0	+0,5	74,5*	+7,2	50,2	+8,8	85,4	+3,9
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	196,6	+4,3	165,8	+5,3	192,9	+2,4	68,9	+1,6	47,4	+6,0	78,4	-3,1
ПЗМa1a1×П5МBа1a1	198,3	-6,0	173,0	+12,5	189,0	-1,5	72,9	+5,6	52,2*	+10,8	80,9	-0,6
ПЗзМАСR×П5МBР-RR	204,9*	+12,6	174,5*	+14,0	199,4*	+8,9	67,7	+0,4	47,4	+6,0	76,1*	-5,4
НІР ₀₅	8,4		13,9		5,1		6,7		8,9		5,2	

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

Додаток В.9

Коефіцієнт варіювання (V, %) висоти рослин та висоти прикріплення господарсько придатного качана коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу, 2006-2008 рр.

Гібридна комбінація	Висота рослин			Висота прикріплення господарсько-цінного качана		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	1,0	2,0	0,3	8,1	15,3	5,6
ПЗС×П5СВСІСІ	5,1	8,5	2,1	8,1	17,4	3,1
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	5,1	8,7	3,4	8,7	22,1	2,8
ПЗзМ×П5СВСІСІ	8,4	15,4	4,0	7,8	22,0	1,2
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	5,3	11,1	2,5	12,9	29,9	3,5
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	2,5	5,5	0,8	5,6	18,7	2,8
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	7,5	14,2	2,2	5,4	13,4	0,6
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	2,8	4,2	1,8	3,8	9,3	2,0
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	4,0	7,8	2,0	4,7	9,2	5,8
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	3,3	5,7	4,3	7,4	12,1	4,9

Додаток В.10

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

Гібридна комбінація	Висота рослин						Висота прикріплення господарсько-цінного качана					
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю
	2006 р.		2007 р.		2008 р.		2006 р.		2007 р.		2008 р.	
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	212,7	–	202,1	–	186,1	–	79,3	–	72,5	–	72,3	–
ПЗС×П5СВСІСІ	214,5	+1,8	204,1	+2,0	187,4	+1,3	80,8	+1,5	74,9	+2,4	72,5	+0,2
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	22,5*	+9,8	204,3	+2,2	201,8*	+15,7	87,0*	+7,7	79,6*	+7,1	79,2*	+6,9
ПЗзМ×П5СВСІСІ	210,3	-2,4	197,7	-4,4	186,1	0	85,4*	+6,1	82,2*	+9,7	73,6	+1,3
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	222,2*	+9,5	206,3	+4,2	199,3*	+13,2	88,0*	+8,7	81,6*	+9,1	79,1*	+6,8
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	226,1*	+13,4	204,7	+2,6	208,0*	+21,9	88,2*	+8,9	77,7	+5,2	83,3*	+11,0
ПЗзМVg1Vg1а2а×П5СВСІСІ	218,4	+5,7	204,7	+2,6	193,8	+7,7	90,3*	+11,0	83,6*	+11,1	81,2*	+8,9
ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ	222,6*	+9,9	215,0*	+12,9	191,3	+5,2	87,3*	+8,0	87,1*	+14,6	72,1	-0,2
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	218,1	+5,4	213,3	+11,2	184,6	-1,8	87,9*	+8,3	88,5*	+16,0	72,0	-0,3
ПЗзМАСR×П5МВР-RR	232,6*	+19,9	218,7*	+16,6	205,7*	+19,6	90,5*	+11,2	86,6*	+14,1	78,5	+6,2
НІР ₀₅	8,2		12,6		10,6		4,2		7,0		6,5	

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

Додаток В.11

Коефіцієнт варіювання (V, %) висоти рослин та висоти прикріплення господарсько-придатного качана коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Степу, 2006-2008 рр.

Гібридна комбінація	Висота рослин			Висота прикріплення господарсько-цінного качана		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
ПЗCa2a2×П5CVCICI (контроль)	3,0	2,4	4,5	3,4	2,5	7,6
ПЗС×П5CVCICI	0,8	1,8	1,0	2,7	0,7	6,1
ПЗзCa2a2×П5CVCICI	3,2	6,2	8,0	3,0	11,6	6,8
ПЗзМ×П5CVCICI	0,7	2,6	1,4	3,2	7,0	1,3
ПЗMa2a2×П5CVCICI	1,6	2,3	2,7	0,3	2,2	1,8
ПЗзMa2a2×П5CVCICI	3,1	1,5	4,8	4,5	3,3	9,4
ПЗзMVg1Vg1a2a×П5CVCICI	2,3	3,4	2,6	1,2	6,1	8,6
ПЗзMa2a2msms×П5CVCICI	1,4	1,0	3,7	4,0	5,4	2,5
ПЗMa1a1×П5MBa1a1	2,6	6,8	2,7	3,0	5,1	4,5
ПЗзMACR×П5MBP-RR	1,2	0,7	1,8	2,4	1,9	5,2

Додаток В.12

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

Гібридна комбінація	Висота рослин						Висота прикріплення господарсько- цінного качана					
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю
	2006 р.		2007 р.		2008 р.		2006 р.		2007 р.		2008 р.	
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	201,4	—	175,4	—	192,2	—	74,1	—	56,0	—	79,2	—
П7зС×П26СВ $alal$	203,1	+1,7	175,9	+0,5	194,7	+2,5	72,8	-1,3	54,7	-1,3	78,2	-1,0
П7зСVg1Vg1×П26СВ $alal$	204,4	+3,0	182,7	+7,3	190,3	-1,9	75,0	+0,9	59,6	+3,6	77,2	-2,0
П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$	204,9	+3,5	181,2	+5,8	192,7	+0,5	72,8	-1,3	56,7	+0,7	76,2	-3,0
П7зСACR×П26СВCICI	202,2	+0,8	179,1	+3,7	190,0	-2,2	74,6	+0,5	60,3	+4,3	75,7	-3,5
НІР ₀₅	10,7		14,4		9,7		7,6		12,4		4,5	

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

Додаток В.13

Коефіцієнт варіювання (V, %) висоти рослин та висоти прикріплення господарсько придатного качана коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006-2008 рр.

Гібридна комбінація	Висота рослин			Висота прикріплення господарсько-цінного качана		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
агрокліматичні умови Лісостепу						
П7С×П26СВa1a1 (контроль)	3,2	5,9	0,8	5,0	9,3	2,2
П7зС×П26СВa1a1	2,9	5,7	1,4	5,5	14,8	1,8
П7зСVg1Vg1×П26СВa1a1	2,4	7,5	2,5	6,3	15,6	2,2
П7зCa1a1×П26СВa1a1	2,2	5,8	1,7	3,0	5,1	3,7
П7зCACR×П26СВCICI	4,1	3,5	5,1	5,1	8,1	4,4
агрокліматичні умови Степу						
П7С×П26СВa1a1 (контроль)	3,4	2,7	8,2	3,0	8,9	9,9
П7зС×П26СВa1a1	2,7	4,4	1,2	4,3	4,1	4,5
П7зСVg1Vg1×П26СВa1a1	2,9	2,0	3,8	2,2	0,7	4,4
П7зCa1a1×П26СВa1a1	4,6	5,4	4,3	2,2	0,7	3,9
П7зCACR×П26СВCICI	2,9	2,1	3,8	0,3	1,4	1,4

Додаток В.14

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

Гібридна комбінація	Висота рослин						Висота прикріплення господарсько-цінного качана					
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю
	2006 р.		2007 р.		2008 р.		2006 р.		2007 р.		2008 р.	
П7С×П26СВа1а1 (контроль)	235,3	—	221,7	—	207,7	—	93,9	—	90,3	—	81,3	—
П7зС×П26СВа1а1	222,7	-12,6	209,1	-12,6	197,2	-10,5	82,0*	-11,9	79,2*	-11,1	70,4*	-10,9
П7зСVg1Vg1×П26СВа1а1	224,1	-11,2	209,6	-12,1	199,4	-8,3	86,9*	-7,0	85,4	-4,9	73,2*	-8,1
П7зСа1а1×П26СВа1а1	223,0	-12,3	207,4	-14,3	199,4	-8,3	85,7*	-8,2	79,6*	-10,7	76,8	-4,5
П7зСАСР×П26СВСІСІ	220,2*	-15,1	200,4*	-21,3	201,4	-6,3	82,2*	-11,7	75,7*	-14,6	74,3	-7,0
НІР ₀₅	14,4		15,1		18,4		3,8		6,5		8,6	

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

Додаток В.15

Пошкодження кукурудзяним метеликом та ураження пухирчастою сажкою кукурудзи коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006-2008 рр.

Гібридна комбінація	Пошкодження кукурудзяним метеликом, %						Ураження пухирчастою сажкою, %					
	Лісостеп			Степ			Лісостеп			Степ		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
ПЗСа2а2×П5СВСІСІ (контроль)	0,4	1,4	0	0	0	0	1,0	0	2,0	0	0	0
ПЗС×П5СВСІСІ	2,7	2,7	2,8	0	0	0	4,5	9,4	0,9	1,9	3,6	0
ПЗзСа2а2×П5СВСІСІ	1,5	1,4	1,8	0	0	0	3,7	5,5	2,7	1,6	2,5	1,0
ПЗзМ×П5СВСІСІ	2,1	2,7	4,4	0	0	0	0,5	1,3	0	2,1	2,3	1,9
ПЗМа2а2×П5СВСІСІ	1,5	0	3,8	0	0	0	5,5	6,2	2,5	1,5	1,3	2,2
ПЗзМа2а2×П5СВСІСІ	0,6	1,3	0	0	0	0	3,0	6,3	0	2,3	4,6	0
ПЗзМVg1Vg1а2а2× П5СВСІСІ	0,5	0	1,0	0	0	0	8,3	9,0	8,9	4,1	4,9	5,0
ПЗзМа2а2msms× П5СВСІСІ	0,6	1,3	0	0	0	0	6,2	11,7	1,8	0,8	1,2	0,9
ПЗМа1а1×П5МВa1а1	0,5	0	1,0	0	0	0	1,8	1,4	2,0	0	0	0
ПЗзМАСR× П5МВСВР-RR	0,5	0	1,0	0	0	0	7,6	13,7	2,0	4,7	5,0	4,5

Додаток В.16

**Пошкодження кукурудзяним метеликом та ураження пухирчастою сажкою коізогенних аналогів гібрида
Гран-6 в агрокліматичних умовах Лісостепу і Степу, 2006-2008 рр.**

Гібридна комбінація	Пошкодження кукурудзяним метеликом, %						Ураження пухирчастою сажкою, %					
	Лісостеп			Степ			Лісостеп			Степ		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
П7С×П26СВ $alal$ (контроль)	1,5	1,3	4,3	0	0	0	0,4	0	0,9	0	0	0
П7зС× П26СВ $alal$	2,0	1,4	2,7	0	0	0	4,2	6,8	1,8	0	0	0
П7зСV $g1Vg1$ ×П26СВ $alal$	1,2	1,4	1,0	0	0	0	3,5	4,1	3,0	0,5	1,2	0
П7зС $alal$ ×П26СВ $alal$	0,3	0,6	0,3	0	0	0	0,9	0	1,9	0	0	0
П7зСACR ×П26СВCICI	0	0	0	0	0	0	0,7	0	1,7	0	0	0

Додаток Д.1

Ефективність стерилізації коізогенних аналогів материнського компоненту гібрида Піонер-Гран 3978 залежно від типу стерилізації та експозиції (на 15 добу після введення *in vitro*), %

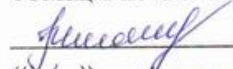
Стерилізатор	Материнський компонент	Концентрація, %	Експозиція стерилізації, хв	Вихід життєздатних експлантів, %	Частка інфікованого матеріалу, %	Кількість експлантів з некрозом, %
1	2	3	4	5	6	7
Гіпохлорид натрію	ПЗCa2a2	10	15	93,8	0	6,2
	ПЗзМ			55,4	0	44,6
	ПЗзMVg1Vg1a2a			90,4	0	9,6
	ПЗMa1a1			96,0	0	4,0
	ПЗзMACR			96,0	0	4,0
				86,3	0	13,7
	ПЗCa2a2		30	62,6		37,4
	ПЗзМ			59,4		40,6
	ПЗзMVg1Vg1a2a			63,0		37,0
	ПЗMa1a1			64,2		35,8
	ПЗзMACR			66,4		33,6
				63,1		36,9
	ПЗCa2a2		45	36,0	0	64,0
	ПЗзМ			20,2	0	79,8
	ПЗзMVg1Vg1a2a			41,8	0	58,2
	ПЗMa1a1			44,6	0	55,4
	ПЗзMACR			40,4	0	59,6
				36,6	0	63,4
Перкарбонат натрію	ПЗCa2a2	1,5	15	0	100	0
	ПЗзМ			0	100	0
	ПЗзMVg1Vg1a2a			0	100	0
	ПЗMa1a1			0	100	0
	ПЗзMACR			0	100	0
				0	100	0
	ПЗCa2a2		30	9,2	90,8	0
	ПЗзМ			2,0	98,0	0
	ПЗзMVg1Vg1a2a			5,6	94,4	0
	ПЗMa1a1			38,4	61,6	0
	ПЗзMACR			16,2	83,8	0
				14,3	85,7	

Продовження додатку Д.1.

1	2	3	4	5	6	7
	ПЗCa2a2		45	0	14,6	85,4
	ПЗзМ			0	30,4	69,6
	ПЗзМVg1Vg1a2a			0	34,2	65,8
	ПЗMa1a1			0	29,6	70,4
	ПЗзMACR			0	38,2	61,8
				0	29,4	70,6
Перкарбонат натрію	ПЗCa2a2	3	15	80,2	0	19,8
	ПЗзМ			74,4	0	25,6
	ПЗзМVg1Vg1a2a			82,0	0	18,0
	ПЗMa1a1			98,0	0	2,0
	ПЗзMACR			94,0	0	6,0
				85,7	0	14,3
	ПЗCa2a2		30	52,4	0	47,6
	ПЗзМ			53,6	0	46,4
	ПЗзМVg1Vg1a2a			57,8	0	42,2
	ПЗMa1a1			61,4	0	38,6
	ПЗзMACR			60,2	0	39,8
				57,1	0	42,9
	ПЗCa2a2		45	0	0	100
	ПЗзМ			0	0	100
	ПЗзМVg1Vg1a2a			0	0	100
	ПЗMa1a1			0	0	100
	ПЗзMACR			0	0	100
				0	0	100
	ПЗCa2a2	6	15	52,4	0	47,6
	ПЗзМ			49,6	0	50,4
	ПЗзМVg1Vg1a2a			55,2	0	44,8
	ПЗMa1a1			60,8	0	39,2
	ПЗзMACR			60,6	0	39,4
				55,7	0	44,3
	ПЗCa2a2		30	42,4	0	57,3
	ПЗзМ			47,6	0	52,4
	ПЗзМVg1Vg1a2a			44,0	0	56,0
	ПЗMa1a1			42,8	0	57,2
	ПЗзMACR			41,6	0	58,4
				43,7	0	56,3
	ПЗCa2a2		45	0	0	100
	ПЗзМ			0	0	100
	ПЗзМVg1Vg1a2a			0	0	100
	ПЗMa1a1			0	0	100
	ПЗзMACR			0	0	100

Додаток Ж.1

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Брилівської дослідної
станції ІГіМ УААН П.Г. Шестаковський
« 4 » листопада 2009 р.

АКТ

про впровадження у виробництво

Даний акт складений головним агрономом Брилівської ДС Лебахом С. В. з одного боку, та аспіранткою кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського державного аграрного університету Макарчук М. О., з другого боку, в тому, що Макарчук М. О. виконувала впровадження результатів наукових досліджень з вирощування гібридів кукурудзи, у результаті чого було апробовано впровадження у насінництво кукурудзи генетичних маркерів, які спрощують контролювання чистоти гібридного насіння.

В результаті вирощування було отримано зерно із 12,2 % вологістю у гібридній комбінації ПЗзМа2а2msms×П5СВСІСІ з врожайністю 9,7 т/га, (на фоні без добрив і без захисту проти шкідників і хвороб), що призвело до зменшення собівартості одиниці продукції та дозволило отримати чистий прибуток у розмірі 9 тис. 100 грн. з 1 га.

Головний агроном
Брилівської ДС

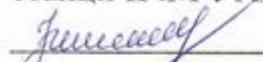
С. В. Лебах

Аспірантка кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського ДАУ

М. О. Макарчук

Додатак Ж.2

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Брилівської дослідної
станції ІГІМ УААН П.Г. Шестаковський
«21» жовтня 2010 р.

АКТ

про впровадження у виробництво

Даний акт складений головним агрономом БДС Лебахом С. В. з одного боку, та аспіранткою кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Макарчук М. О., з другого боку, в тому, що Макарчук М. О. виконувала впровадження результатів наукових досліджень з вирощування гібридів кукурудзи, у результаті чого було апробовано впровадження у насадництво кукурудзи генетичних маркерів, які спрощують контролювання чистоти гібридного насіння. Дослідження з маркерними генами забарвлення зернівки *ACR*, *P-RR* і *al* у даному регіоні проводилося вперше.

В результаті вирощування було отримано зерно із 12,0 % вологістю у гібридній комбінації ПЗЗМА $CR \times$ П5МВ $P-RR$ з врожайністю 10,5 т/га, тоді як ПЗМ $alal \times$ П5МВ $alal$ – із 14,0 % вологістю врожайність становила 11,2 т/га.

Головний агроном
Брилівської ДС

С. В. Лебах

Аспірантка кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

М. О. Макарчук

Додаток Ж.3

«Затверджую»

Ректор Уманського національного
університету садівництва,

професор



О. О. Непочатенко

Затверджую 2016 р.

«Затверджую»

Ректор Уманського державного
педагогічного університету
імені Павла Тичини

О. І. Безлюдний

Акт

про впровадження у виробництво

Даний акт складений деканом природничого-географічного факультету доцентом В. П. Миколайком і завідувачем кафедри біології та методики її навчання доцентом І. В. Красноштаном з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва М. О. Макарчук, з другого боку, в тому, що М. О. Макарчук в період 2015-2016 рр. передала методичні розробки:

- методика мікроклонального розмноження рослинних матеріалів кукурудзи.

Декан природничого-географічного
факультету УДПУ

В. П. Миколайко

Завідувач кафедри біології та

методики її навчання УДПУ

І. В. Красноштан

Викладач кафедри генетики,

селекції рослин та біотехнології УНУС

М. О. Макарчук

Додаток Ж.4

«Погоджено»

«Затверджую»

Ректор Уманського національного
університету садівництва,

Директор дендрологічного парку

«Софіївка» НАН України,

професор

асистент-корр. професор

О. О. Непочатенко

І. С. Косенко

травня 2016 р.

2016 р.



АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

Даний акт складений завідувачем відділу генетики, селекції та репродуктивної біології рослин О. А. Балабаком з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва М. О. Макарчук, з другого боку, в тому, що М. О. Макарчук передала О. А. Балабаку для впровадження у виробничий процес методичну розробку:

Технологія стерилізації рослинних експлантів для подальшого культивування *in vitro*.

Завідувач відділу генетики, селекції
та репродуктивної біології рослин
канд. с.-г. наук

О. А. Балабак

Викладач кафедри генетики, селекції
рослин та біотехнології УНУС

М. О. Макарчук

Додаток Ж.5

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Уманського національного
університету садівництва, професор

О. О. Непочатенко

АКТ

про впровадження у виробництво

Даний акт складений завідувачем навчально-науково-виробничої лабораторії біотехнології Уманського національного університету садівництва В. В. Майбородою., з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології М. О. Макарчук, з другого боку, в тому, що Макарчук М. О. передала В. М. Майбороді для впровадження у виробничий процес методичну розробку:

Технологія стерилізації рослинних експлантів для подальшого культивування *in vitro*

Завідувач навчально-науково-виробничої
лабораторії біотехнології УНУС

В. М. Майборода

Викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології УНУС

М. О. Макарчук