

ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ І СТАБІЛЬНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ГЕНЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЬОВАНОГО РОЗМНОЖЕННЯ

М.О. Макаrchук, аспірант, Уманський національний університет садівництва

Наведено результати аналізу можливості використання генетичних систем контрольованого розмноження і маркерів a_2 і CI , введення яких в генотип спрощує контролювання чистоти насіння при гетерозисному насінництві кукурудзи на прикладі гібрида Піонер-Гран 3978. Встановили можливість використання маркерів для насінництва кукурудзи, без побоювань щодо зменшення врожайного потенціалу гібридного насіння. Виявили, що для насінництва гібрида Піонер-Гран 3978 більш сприятливі умови Південного Степу України, ніж Правобережного Лісостепу.

Ключові слова: кукурудза, генетична система контрольованого розмноження, цитоплазматична, функціональна і ядерна чоловіча стерильність, генетичний маркер, коізогенний аналог.

Постановка проблеми. Кукурудза в Україні є важливою зерновою культурою, і найбільш продуктивною серед зернових злаків [1]. Обсяги її виробництва щорічно зростають. У світовому виробництві її валовий збір у 1961 році становив 205 тис. тон, вже у 1990 році він був 483,3, тоді як у 2007–789,7, а у 2011 році складав 860 тис. тон. Основними виробниками кукурудзи є США, Франція, Італія, Китай, Індія та Бразилія [2]. До початку 21 століття ріст валового виробництва кукурудзи відбувався за рахунок збільшення посівних площ, та в подальшому за нестачі орних земель — важливим резервом підвищення її продуктивності стало впровадження нових високоврожайних гібридів. Так в Україні її врожайність у 1961 році була 2,62 т/га, у 1990 р. — 3,87, у 2008 — 4,69, тоді як у 2011 році вона досягла 6,43 т/га. Подальше збільшення врожайності, а відповідно, валових зборів можливо забезпечити при використанні генетично чистого насіння [3].

Слід також враховувати, що в умовах сучасного виробництва, у зв'язку із неконтрольованим зростанням цін на паливо-мастильні матеріали, технічні засоби, добрива тощо, зростає потреба у підборі гібридів для певних ґрунтово-кліматичних умов, зокрема спроможних формувати зерно зі зниженою збиральною вологістю. Так як за даними В. В. Базалія, при чотириразовому збільшенні витрат на виробництво зерна, в тім числі на досушування, врожайність зросла лише на 37 % [4]. Необхідною умовою зменшення видатків при вирощуванні гібридів кукурудзи є сівба високоякісним насінням [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Насіння перших гібридів кукурудзи отримували за схемами з ручною кастрацією, видаленням волотей материнського компонента, що забезпечувало високий прояв гетерозису, однак насіння, вирощене за такими схемами, мало високу собівартість, яка не завжди окупалася додатковим урожаєм. Нині для здешевлення виробництва насіння гетерозисних гібридів кукурудзи використовуються материнські лінії з різними формами цитоплазматичної та генної чоловічої стерильності [6], як найбільш вивченими варіантами генетичної системи контрольованого розмноження (ГСКР) кукурудзи [3].

У кукурудзи відомо декілька типів цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС): техаський, болівійський, молдавський та парагвайський. Однак, широке впровадження гібридів зі стерильною цитоплазмою техаського типу, в 1970 році 20 століття в США призвело до виникнення епіфітотій і уніфікації плазми. Це змусило селекціонерів повернутися до використання гібридів на фертильній основі і продовжувати пошук нових ГСКР. Для вирішення проблеми уніфікації плазми все більшої уваги заслуговує ГСКР на основі генів функціональної чоловічої стерильності, які викликають зміни генеративних органів, без порушень генетичних механізмів мікроспоро- та мікрогаметогенезу і ядерно-генної чоловічої стерильності. Для спрощення контролювання гібридності насіння використовують маркерні гени забарвлення зернівки кукурудзи, які тісно зчеплені з геном чоловічої стерильності [3].

Ґрунтово-кліматичні умови нашої країни дозволяють вирощувати високі врожаї гібридів кукурудзи. Проте зміни кліматичних умов вносять певні труднощі. Одним з неконтрольованих факторів, що впливає на врожайність є забезпечення рослин вологою [7, 8, 9]. Так дефіцит вологи і сильна посуха знижують продуктивність і життєздатність пилку батьківських форм [5; 10], прискорюють проходження основних фаз росту і розвитку (формується дрібне зерно, низької якості). Недоліком є також, перезволоження ґрунту в період дозрівання кукурудзи. За таких умов може формуватися насіння з підвищеною збиральною вологістю. Доведено, що при вологості зерна, що перевищує 18–19 % воно травмується при обмолоті і разом з тим збільшується ризик ураження хворобами. Таке зерно потребує досушування, що в свою чергу збільшує затрати на його виробництво. За рекомендаціями Скалецької Л. Ф. недоцільно вирощувати гібриди кукурудзи, що формують зерно зі збиральною вологістю понад 25 % [11], так як затрати на сушіння до базисної 14 % кондиції можуть досягати 55 % від загальної потреби на вирощування цієї культури [12].

Мета досліджень. З'ясувати прояви врожайного потенціалу гібридного насіння коізогенних аналогів контрольованого гібрида Піонер-Гран 3978 отриманого з використанням різних ГСКР з генетичними маркерами у різних агроєкологічних умовах.

Вихідний матеріал, методика та умови проведення досліджень. Польові дослідження гібридів проводили на дослідних полях Уманського національного університету садівництва (УНУС), що розташований у Правобережному Лісостепу України (Черкаська область), та Брилівської дослідної станції (БДС), що в зоні Південного Степу (Херсонська область) протягом 2006–2008рр. У 2006 році здійснювали контрольоване схрещування спеціально підібраних батьківських пар. За контроль використовували гібрид Піонер-Гран 3978, одержаний при схрещуванні стерильного материнського компонента ПЗСа2а2 та батьківського П5СВСІСІ з використанням ЦЧС парагвайського типу. У варіантах дослідів вивчалися коізогенні аналоги контрольного гібрида з материнськими формами: ПЗзМ (фертильний закріплювач стерильності молдавського типу), ПЗзМа2а2 (ця ж лінія з маркерним геном *a2*), ПЗзМVга2а2 (з функціональною чоловічою стерильністю і генетичним маркером *a2*) і ПЗзМа2а2msms (з ядерною стерильністю і тим же маркером), які запилювались пилом тієї ж батьківської лінії, що і в контрольному варіанті. Генетичний маркер *CI* (*Dominant colorless*) пригнічує прояв пурпурного або червоного забарвлення алеля *a2*, а ген *a2* (*Anthocyaninless*) визначає відсутність антоціанового забарвлення в алейроні.

Випробовування гібридів проводили за методикою державного сорто випробування, обліки і спостереження здійснювали за загальноновживаними методиками [13, 14]. Аналіз рівня врожаю гібридів кукурудзи проводили методом математичної статистики, який застосовується у сорто випробуванні [15]. Метод дає можливість розрахувати екологічну пластичність різних типів отримання гібридного насіння з маркерами за різних умов вирощування.

Результати досліджень. Значне варіювання погодних умов за роки проведення досліджень неоднаково вплинуло на врожайність насіння коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978. Стресові умови вирощування забезпечили можливість оцінити повноту реалізації ознак і властивостей, які закладені в моделі вирощуваних гібридів для подальшого їх використання.

Одержані дані врожаю зерна і фенологічні спостереження за ростом та розвитком коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978, вирощених з насіння отриманого за різних генетичних систем контрольованого розмноження, засвідчили про більшу залежність прояву господарсько-цінних ознак від зональних умов, ніж від генотипу (табл. 1).

Аналізуючи дані врожайності, можна відмітити, що всі досліджувані коізогенні аналоги гібрида Піонер-Гран 3978 отримані за різних ГСКР не знижували врожайності, однак мали дещо більшу збиральну вологість зерна. При порівнянні двох аналогів на фертильній основі з генами закріплювача молдавського типу стерильності можна відмітити зниження врожаю у форми з маркерним геном *a2* (ПЗзМа2а2), в той час як щодо

контрольного варіанта на парагвайському типі з ген-маркером *a2* аналоги забезпечили суттєву прибавку врожаю, хоча й мали більший відсоток вологості зерна. По досліді найбільшу прибавку врожаю і низьку збиральну вологість серед аналогів забезпечив гібрид ПЗзMa2a2msms, розмножуваний на ядерній стерильності з маркером *a2*, йому істотно поступився за досліджуваними показниками аналог на фертильній основі ПЗзМ (табл. 1).

Таблиця 1

Врожайність і збиральна вологість зерна коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 (2007–2008 рр.)

Гібридна комбінація	Врожайність при 14 % вологості, т/га				Збиральна вологість, %			
	УНУС	+ до контролю	БДС	+ до контролю	УНУС	+ до контролю	БДС	+ до контролю
Піонер Гран 3978 (контроль)	4,60	–	7,15	–	23,5	–	11,8	–
ПЗзМ × П5СВCICI Под	5,33	0,73	8,05	0,90	24,9	1,4	12,6	0,8
ПЗзМ <i>a2a2</i> × П5СВCICI Под	5,26	0,66	7,67	0,52	24,7	1,2	12,1	0,3
ПЗзMVg1Vg1a2a2 × П5СВCICI Под	5,41	0,81	7,92	0,77	25,3	1,8	12,6	0,8
ПЗзMa2a2ms ms × П5СВCICI Под	5,97	1,37	8,12	0,97	24,9	1,4	12,1	0,3
НІР _{0,95} за фактором А (зона)	0,10							
НІР _{0,95} за фактором С (генотип)	0,28							
НІР _{0,95} за фактором АС (взаємодія)	0,40							

Значна увага у досліді приділялась оцінюванню збиральної вологості зерна. Тому що швидка втрата вологи зерном заощаджує кошти на подальше його досушування до базисної консистенції. Так, усі досліджувані аналоги отримані на основі різних ГСКР в умовах Правобережного Лісостепу і Південного Степу мали на час збирання врожаю дещо більшу вологість зерна, ніж контрольний гібрид. Однак необхідно відмітити, що гібриди вирощені в умовах Правобережного Лісостепу мали вологість зерна близьку до максимально допустимої (25 %, за рахунок зниження нічних температур та різкого збільшення кількості опадів під час збирання), натомість в умовах Південного Степу вона була навіть нижчою за кондиційну (14 %).

На придатність гібридів кукурудзи до механізованого збирання також більший вплив чинили умови вирощування, ніж генотип. За одержаними даними всі досліджувані коізогенні аналоги мали широкий діапазон мінливості за господарсько-цінними ознаками, що є запорукою подальшого успіху в насінництві цих гібридів (табл. 2).

Висота рослин коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 в умовах правобережного Лісостепу не перевищувала 175,5 – 179,3 см, в той час як у Південному Степу вона становила 191,9 – 206,3 см. Та необхідно відмітити, що висота рослин фертильного коізогенного аналога в обох зонах проведення досліджень була нижчою на 2,2 –

7 см. При порівнянні даних, аналогів отриманих за різними генетичними системами контрольованого розмноження, за висотою прикріплення господарсько-цінного качана в різних агроекологічних зонах різниця була незначною. Та на придатність до механізованого збирання не впливала.

Таблиця 2

Висота рослин і висота закладання господарсько -цінного качана коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978 (2007–2008 рр.)

Гібридна комбінація	Висота рослин, см				Висота закладання господарсько-цінного качана, см			
	УНУС	+до контролю	БДС	+до контролю	УНУС	+до контролю	БДС	+до контролю
Піонер Гран 3978 (контроль)	175,5	–	194,1	–	61,4	–	72,4	–
ПЗзМ × П5СВСІСІ Под	168,5	– 7	191,9	2,2	61,9	0,5	77,9	5,5
ПЗзМ <i>a2a2</i> × П5СВСІСІ Под	178,1	2,6	206,3	12,2	66,2	4,8	80,5	8,1
ПЗзМ <i>Vg1Vg1a2a2</i> × П5СВСІСІ Под	177,7	2,2	199,2	5,1	68,0	6,6	82,4	9,7
ПЗзМ <i>Ma2a2ms ms</i> × П5СВСІСІ Под	179,3	3,8	203,1	9,0	62,9	1,5	79,6	7,2
НІР _{0,95} за фактором А (зона)	3,8				1,1			
НІР _{0,95} за фактором С (генотип)	7,7				2,3			
НІР _{0,95} за фактором АС (взаємодія)	10,0				3,4			

Реакція конкретного гібриду на умови вирощування забезпечується програмою закладеною в генотипі на зовнішні умови. Ця програма спрямована на збереження постійності внутрішнього середовища. Здатність гібридів зберігати відносну сталість і стійкість складу внутрішнього середовища на умови зовнішнього середовища визначають можливість отримання сталих врожаїв. Тобто це здатність рослин протистояти руйнівній силі несприятливих умов вирощування в певний період росту і розвитку.

Урожайні дані (табл. 3), отримані в досліді, свідчать про різну реакцію коізогенних аналогів гібриді в кукурудзи на умови вирощування.

Таблиця 3

Параметри екологічної стабільності коізогенних аналогів гібрида Піонер-Гран 3978

Гібридна комбінація	Врожайність зерна при 14 % вологості, ц/га					Параметри стабільності	
	УНУС		БДС		середнє	be	Se ²
	2007	2008	2007	2008			
Піонер Гран 3978 (контроль)	49,4	42,7	63,2	79,9	58,8	1,28	3,5
ПЗзМ × П5СВСІСІ Под	56,5	50,2	79,5	81,6	67,0	1,17	8,4
ПЗзМ <i>a2a2</i> × П5СВСІСІ Под	58,4	46,9	77,8	75,6	64,7	1,00	75,6
ПЗзМ <i>Vg1Vg1a2a2</i> × П5СВСІСІ Под	54,4	53,9	71,9	86,5	66,7	1,22	2,1
ПЗзМ <i>Ma2a2ms ms</i> × П5СВСІСІ Под	58,3	61,1	70,7	91,7	70,5	1,13	24,1

За результатами екологічної пластичності і стабільності досліджуваних гібридів встановлено, що найвищий коефіцієнт регресії — 1,28 мав контрольний гібрид на

парагвайському типі стерильності з маркером *a2*, при показнику дисперсії 3,5, а дещо менші показники регресії — 1,22 та дисперсії 2,1 мав коізогенний аналог на функціональній стерильності з генетичним маркером *a2*. Ці гібриди забезпечували отримання врожаю навіть в умовах з нестійкими агроекологічними умовами. Аналог на фертильній основі з генами закріплювача молдавського типу стерильності та геном-маркером *a2* і на ядерній стерильності з таким же маркером менш стабільні і для повної реалізації свого генетичного потенціалу потребують створення оптимальних умов для свого росту і розвитку.

Висновки. Результати проведених досліджень дають підстави використовувати функціональну і ядерну генетичні системи контрольованого розмноження із генетичним маркером *a2*, що контролює забарвлення насіння, без побоювань щодо зменшення врожайного потенціалу гібридного насіння. Визначено, що аналоги на фертильній основі з генами закріплювача молдавського типу стерильності і ядерній стерильності з генетичним маркером *a2* більше реагують на поліпшення і погіршення умов вирощування, тоді як на функціональній стерильності — забезпечує отримання врожаю при нестійких агрокліматичних умовах. Також нами було встановлено, що умови Південного Степу більш сприятливі для насінництва гібрида Піонер-Гран 3978, ніж умови Правобережного Лісостепу.

Список використаної літератури:

1. Єщенко В. О. Проблема екологізації та біологізації землеробства та її вирішення / В. О. Єщенко, В. П. Опришко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. — 2005. — Вип. 61. — С. 194–201.
2. Михаленко І. В. Економіко-технологічні аспекти підвищення конкурентноспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в умовах зрошення півдня України / І. В. Михаленко // Таврійський науковий вісник. — 2012. — Вип. 78. — С. 43–51.
3. Опалко А. И. Генетические системы контролируемого размножения кукурузы / А. И. Опалко, М. А. Макаручук // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: матер. Международ. научно-практ. конф. «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (НИИСХ Северо-Востока, г. Киров, 2–3 апреля 2015 г.) / [Редкол.: В. А. Сысуев (глав. ред.) и др.]. — Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015. — С. 397–402.
4. Базалій В. В. Енергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО на поливних землях півдня України / Базалій В. В., Лавриненко О. Ю., Іванів М. О., Коковіхін С. В. // Таврійський науковий вісник. — 2010. — Вип. 71. — С. 8–16.

5. Серіков В. О. Селекція нових гібридів кукурудзи та особливості їх насінництва в степовій зоні України // Таврійський науковий вісник. — 2008. — Вип. 60. — С. 31–37.
6. Новак Ж. М. Заходи поліпшення якості та підвищення врожайності насіння кукурудзи в центральному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.14 „Насінництво” / Ж. М. Новак. — Одеса, 2005. — 35с.
7. Рудік О. Л. Шляхи стабілізації обсягів виробництва зерна на півдні України / О. Л. Рудік, Н. М. Рудік // Таврійський науковий вісник — 2004. — Вип. 35. — С. 34–37.
8. Лавриненко О. Ю. Адаптивна характеристика нових гібридів кукурудзи / О. Ю. Лавриненко, С. В. Коковіхін, С. Я. Плоткін, В. Г. Найдьонов // Таврійський науковий вісник. — 2007. — Вип. 52. — С. 77–82.
9. Диканев Г. П. Использование влаги гибридами кукурузы различных групп спелости / Г. П. Диканев, Д. Е. Ефанов // Кукуруза и сорго. — 2007. — № 2. — С. 6–8.
10. Попов С. П. Ідентифікація та стабілізація альтернативних типів диогоамії у ліній кукурудзи в умовах степу України / С. П. Попов // Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (Оброшино, 29 червня–1 липня 2005 року). — Оброшино, 2005. — С. 162–161.
11. Скалецька Л. Ф. Особливості збирання, післязбиральної обробки та зберігання кукурудзи різного цільового призначення / Л. Ф. Скалецька // Агроном. — 2007. — № 4. — С. 56–57.
12. Рибка В. С. Які гібриди кукурудзи вигідніше вирощувати в умовах зони Степу України / В. С. Рибка, Н. О. Ляшенко, В. Ю. Черчель, О. Ю. Шишкіна // Агроном. — 2007. — № 4. — С. 50–54.
13. Методика державного випробування сільськогосподарських культур / Під ред. В. В. Волкодава. — К.: Алефа, 2001. — Вип. 2. — 65 с.
14. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; за ред В. О. Єщенка. — К.: Дія, 2005. — 288 с.
15. Опалко А. І. Селекція плодових і овочевих культур. Практикум: Навч. посібник / А. І. Опалко, А. О. Яценко, О. А. Опалко, Н. В. Мойсейченко. — К.: Науковий світ, 2004. — 307 с.

Экологическая пластичность и стабильность гибридов кукурузы в зависимости от генетической системы контролируемого размножения

М.А. Макаруч

Приведены результаты анализа возможностей использования генетических систем контролируемого размножения с маркерами a2 и C1, введение которых в генотип упрощает контролирование чистоты семян при гетерозисном семеноводстве на примере гибрида кукурузы Пионер-Гран 3978. Доказана возможность использования упомянутых маркеров для семеноводства кукурузы, без опасений касательно уменьшения урожайного потенциала гибридных семян. Выяснилось, что для семеноводства гибрида кукурузы Пионер-Гран 3978 условия Южной Степи Украины более благоприятны, чем Правобережной Лесостепи.

Ключевые слова: кукуруза, генетическая система контролируемого размножения, цитоплазматическая, функциональная и ядерная мужская стерильность, генетический маркер, коизогенный аналог.

Ecological plasticity and stability of maize hybrids depending on their genetic system of the controlled reproduction

M.O. Makarchuk

The article presents the results of the analysis of the possibility of applying genetic systems of controlled reproduction and markers a2 and CI, the introduction of which into the genotype simplifies the control of seed purity during heterosis seed production of Pioneer-Grand 3978 maize hybrid. The opportunity to use markers for maize seed production without fear of reducing yield potential of hybrid seeds was established.

Key words: maize, genetic system of the controlled reproduction, cytoplasmic, functional and nuclear male sterility, gene marker, coisogenic analog.

ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF MAIZE HYBRIDS DEPENDING ON THEIR GENETIC SYSTEM OF THE CONTROLLED REPRODUCTION

Makarchuk M.O., Uman National University of Horticulture

Maize in Ukraine is an important crop, with the highest producing capacity among cereals. Soil and climatic conditions of our country allow growing high yields of maize hybrids. However, changes in climate conditions bring some difficulties. One of the uncontrolled factors that affect the crop yield is the provision of plants with moisture (Rudik O.L., Rudik N.M., 2004; Lavrynenko O.Yu. and others, 2007). Thus, the lack of moisture and severe drought reduce the pollen productivity and viability of the parent forms (Serikov V.O., 2008; Popov S.P., 2005), speed up the passage of the main phases of growth and development (small grain with low quality is formed). The disadvantage is also waterlogged soil during the maize ripening period. Under such conditions, when grain moisture is more than 18-19%, it is more susceptible to injury during threshing and

together with it the risk of diseases is increased. Such grains require final drying, which in its turn increases the cost of production.

In the Right-Bank Forest-Steppe zone (Uman National University of Horticulture, Cherkasy region) and Southern Steppe of Ukraine (Brylivka Research Station, Kherson region) the experiments were laid out during 2006-2008 in order to investigate the opportunity of applying genetic systems of the controlled reproduction and markers a_2 and CI, the introduction of which into the genotype simplifies controlling the seed purity during heterosis seed production of the hybrid maize. In 2006 a controlled crossing of specially selected breeding pairs was carried out. As a control the hybrid Pioneer-Grand 3978, received by crossing the sterile maternal component $П3Ca2a_2$ and parental $П5CBCICI$ using CMS of the C – type, was used. In the variants of the experiment coisogenic analogues of the controlled hybrid with maternal forms on the fertile basis $П3_3M$, $П3_3Ma2a_2$, $П3_3MVg1Vg1a_2a_2$ and $П3_3Ma2a_2msms$ that were pollinized with the pollen of the same parent line as well as in the controlled variant, were studied. The genetic marker CI (Dominant colorless) suppresses the display of the purple or red color of a_2 allele, and a_2 gene (Anthocyaninless) determines the absence of anthocyanin color in aleurone.

Significant variation of weather conditions during the years of the research affected the seed yield of the coisogenic analogues of the hybrid Pioneer-Grand 3978 in different ways. Stressful growing conditions made it possible to assess the degree of implementation of characteristics and properties, which were incorporated in the model of grown hybrids for their further use. The obtained data of grain yield and phenological monitoring of the growth and development of the coisogenic analogues of the Pioneer-Grand 3978 hybrid of different genetic systems of the controlled reproduction indicated the dependence on the conditions rather than on the genotype.

According to the results of ecological plasticity and stability of the researched hybrids, it was established that the control hybrid had the highest regression coefficient - 1.28 on the C-type sterility with marker a_2 while dispersion at 3.5, and the coisogenic analogue with the gene marker a_2 had a bit lower rate of regression - 1.22 and dispersion 2.1 on the functional sterility. These hybrids ensure crop yield even under the conditions with unstable agro-ecological conditions. Analogues on the fertile basis of the M-type sterility with the gene marker a_2 and on nuclear sterility with the same marker need creating optimal conditions for their growth and development in order to receive a complete realization of their genetic potential.

The results of the conducted researches give reason to apply functional and nuclear genetic systems of the controlled reproduction with the gene marker a_2 that controls seed color, without fears of reducing the potential of the hybrid seeds. It was determined that analogues on the fertile basis of the M-type sterility and nuclear sterility with the gene marker a_2 are more responsive to the improvement and worsening of growing conditions, while on the functional sterility they ensure

crop yields under unstable agro-climatic conditions. It was also found that Southern Steppe conditions are more favorable for seed production of the Pioneer-Grand 3978 hybrid than those of the Right-Bank Forest-Steppe.

Key words: *maize, genetic system of the controlled reproduction, cytoplasmic, functional and nuclear male sterility, gene marker, coisogenic analog.*