

## **MANIFESTATION OF HETEROSIS IN NEW SIMPLE EXPERIMENTAL HYBRIDS ( $F_1$ ) OF WINTER RYE**

Zmyevska O. A., Yegorov D K.

Plant Production Institute nd. a V. Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine

**The aim and tasks of the study** was to determine manifestation levels of hypothetical and competitive heterosis by economically valuable traits in new simple experimental  $F_1$  hybrids created on the basis of CMS and to select highly heterotic ones among them.

**Material and methods.** The studies were conducted in 2013-2014. The test material was 22 simple  $F_1$  hybrids. Two lines with male sterility were used as maternal forms. Eleven fertility restorers were used as paternal forms. The variety Pamyat Khudoierka served as the standard. Hybrids were grown by the conventional technology for the forest-steppe zone. To calculate hypothetical and competitive heterosis, formulae were used.

**Results and Discussion.** Manifestation of heterosis in new hybrids was recorded, and its value was determined. Hypothetical and competitive heterosis was calculated by the traits "yield capacity", "productive tillering", "spikelet number per ear", "grain number and weight from the main ear", "grain number and weight per plant", and "plant height". We observed a significant increase in plant height in hybrids compared to the average parent, which is a negative consequence of breeding for heterosis, because it leads to lodging of rye plants.

**Conclusions.** The data obtained revealed twenty simple highly heterotic hybrids that can be recommended for testing in competitive variety trials. However, the drawback of the studied hybrids is manifestation of heterosis by plant height, which requires implementation of agro-techniques in cultivation technology of these hybrids to offset this disadvantage.

***Keywords:** winter rye, hypothetical heterosis, competitive heterosis,  $F_1$  hybrid, yield capacity, morphological traits*

УДК 633.15:631.527

## **ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ЗА ЗДАТНІСТЮ ЗАКРІПЛЮВАТИ СТЕРИЛЬНІСТЬ ТА ВІДНОВЛЮВАТИ ФЕРТИЛЬНІСТЬ ПИЛКУ**

Капустян М. В.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Україна

Проведено визначення реакції нових самозаплених ліній кукурудзи на стерильну цитоплазму М-типу в схрещуваннях зі стерильними лініями-тестерами Харківська 5 М та ГК 26 М. Виділено 27 закріплювачів стерильності М-типу. Визначено чотири природні відновлювачі фертильності пилку – УХ 144, УХЛІ 209, Харківська 803, УХЛІ 374. Досліджено лінії за основними цінними господарськими ознаками. Виділено джерела цінних господарських ознак, придатних для використання в гетерозисній селекції.

***Ключові слова:** кукурудза, самозаплена лінія, гетерозис, цитоплазматична чоловіча стерильність, закріплювач стерильності, відновлювач фертильності*

**Вступ.** Реалізація високого потенціалу гібридів, які пропонуються для виробництва, можливе за умови якісного насінництва у всіх його ланках. Тобто, батьківські форми гібридів повинні характеризуватися високим рівнем типовості за морфологічними та біологічними ознаками і властивостями.

Відкриття ознаки цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) мало велике значення для гетерозисної селекції кукурудзи. Використання ЦЧС в селекції цієї культури дозволило вирощувати високоякісне гібридне насіння без затрат ручної праці, що знижує його собівартість.

Переведення гібридів кукурудзи на стерильну основу можливе за наявності системи «джерело ЦЧС – закріплювач стерильності – відновлювач фертильності». Для цього необхідно нові лінії, що використовуються в селекційних програмах зі створення високогетерозисних гібридів, оцінити за реакцією на цитоплазматичну чоловічу стерильність.

**Аналіз літературних даних, постановка проблеми.** У кукурудзи цитоплазматичну чоловічу стерильність (ЦЧС) вперше було виявлено М. І. Хаджиновим в 1929 р., а її опис проведено в 1931 р. водночас з американським вченим М. Родсом [1].

ЦЧС є мутацією кукурудзи, яка проявляється в повній або частковій стерильності пилку і успадковується по материнській лінії [2]. Аналіз джерел ЦЧС дозволив виділити групи цитоплазматичної чоловічої стерильності: Техаський (Т), Молдавський (М) та С-тип [3, 4]. У групу С увійшли наступні типи: С, RB, ES, Bb, PR, IB, IR, PL, Кварентенос [5]. Серед відомих типів ЦЧС молдавський є найпоширенішим [6]. В насінництві кукурудзи широко використовують два типи ЦЧС: молдавський (М) та С-тип [7, 8.]. В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН використовують молдавський тип стерильності.

ЦЧС контролюється генами цитоплазми та ядерними рецесивними генами *rf*. Відновлення фертильності обумовлене наявністю домінантних генів *Rf*, зокрема, алелів *Rf 1 Rf 2* для Т-типу, *Rf 3* для М-типу та *Rf 4, Rf 5, Rf 6* для С-типу [9]. Також на ефект гена *Rf 3* впливають гени-модифікатори [10]. За даними В. А. Гонтаровського дія цих генів є необхідною умовою відновлення чоловічої фертильності в різних зовнішніх умовах [11]. Домінантні алелі генів *Rf 1 – Rf 3* в природних популяціях зустрічаються значно рідше, ніж рецесивні. Абсолютна більшість ліній і зразків містять рецесивні алелі *rf*. Концентрація домінантних алелів *Rf* вище у форм, що мають загальне походження з джерелом стерильності [9].

Випадки високої мінливості ознаки фертильності найбільш часто зустрічаються у гібридів, отриманих від схрещування стерильних ліній зі слабкими відновлювачами. Гібриди такого типу знижують фертильність, коли цвітіння рослин відбувається в посушливих умовах, що не рідко характеризуються одночасно низькою вологістю ґрунту і повітря, середніми і високими температурами. Крайніми формами прояву гетерозигот Цит *Rf3rf3* за рівнем фертильності та її стійкості є часткова фертильність або повна стерильність в посушливих умовах і, навпаки, висока фертильність в достатньо сприятливих для цвітіння умовах.

**Мета і задачі досліджень.** Метою досліджень було визначення реакції самозапилених ліній кукурудзи на М-тип цитоплазматичної чоловічої стерильності, а також вивчення їх цінних господарських ознак. В задачі досліджень входило провести оцінку нових ліній на наявність домінантних комплексів, детермінуючих прояв цитоплазматичної чоловічої стерильності М-типу, а також визначити зразки за комплексом цінних господарських ознак.

**Матеріали і методи.** Дослідження проведено на дослідних полях Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН в 2005–2008 рр. Матеріалом для досліджень були 50 нових перспективних самозапилених ліній кукурудзи, створених у лабораторії селекції та насінництва кукурудзи. З 2009 р до 2013 р. проводилось вивчення кращих гібридів за участю нових ліній.

Погодні умови в роки вивчення суттєво відрізнялись за кількістю опадів та тепловим балансом, що дало змогу об'єктивно оцінити селекційний матеріал. Середньодобова температура у червні–серпні 2006 року була вищою за середню багаторічну, опади були нерівномірні, чергувались ґрунтовими та повітряними посухами, які супроводжувались високими температурами на поверхні ґрунту (до 55–58 °С). В 2007 році сума активних температур становила 2456 °С і була на 238 °С вище середньої багаторічної. ГТК за період «сходи–воскова стиглість» у травні–вересні становив 1,02. Але опади нерівномірно розподілялися за декадами місяців і мали зливовий характер, що негативно вплинуло на умови росту і розвитку рослин кукурудзи. В 2008 році в період

цвітіння кукурудзи погода була сухою та жаркою в окремі дні, вологозабезпеченість за даними метеостанції була недостатньою.

Погодні умови в роки вивчення тест-гібридів (2009-2014 рр.) дали змогу оцінити їх на посухо- та жаростійкість, а також на стійкість проти пухирчастої сажки, стеблових гнилей та фузаріозу качана. Неприятливими для формування врожаю були 2009, 2010, 2012 роки, що характеризувались підвищеною температурою повітря та дефіцитом вологи в критичні періоди росту та розвитку кукурудзи. Погодні умови 2011 року в період цвітіння кукурудзи сприяли нормальному запиленню, що дало змогу в подальшому сформувати хороший урожай насіння. Гідротермічні умови 2013 року виявились сприятливими для поширення основних хвороб та шкідників кукурудзи. Тепла та суха погода в осінні місяці 2014 р. сприяла швидкому дозріванню та низькій збиральній вологості зерна.

Для класифікації 50 нових самозапилених ліній за типом реакції на ЦЧС в 2005 році було проведено схрещування зі стерильними аналогами інбредних ліній – Харківська 5 МС та ГК 26 МС.

Оцінку тестерних гібридів за ступенем відновлення фертильності проводили в 2006-2008 рр. Підрахунок рослин за групами стерильності проводили шляхом обстеження волоті під час повного її цвітіння. За деякими зразками підрахунок проводили вдруге наприкінці цвітіння качанів [7, 12]. Оскільки нас цікавили повні відновлювачі та повні закріплювачі стерильності, то керувались чотирибальною шкалою:

бал 1 – волоть повністю стерильна, без пиляків;

бал 2 – стерильні рослини з викиданням сухих пиляків;

бал 3 – напівфертильні рослини (поряд з сухими пиляками спостерігається викидання пиляків, які частково розтріскуються і викидають пилок);

бал 4 – фертильні рослини.

Закріплювачами стерильності вважали лінії, що дають при схрещуванні зі стерильними формами в потомстві стерильні за пишком рослини (бал 1, 2). До відновлювачів фертильності відносили лінії, які в результаті схрещування зі стерильними формами повністю відновлюють фертильність у рослин (бал 4). Лінії –неповні закріплювачі при схрещуванні з джерелами стерильності дають у потомстві поряд зі стерильними (бал 1, 2) напівфертильні (бал 3) і фертильні (бал 4) рослини.

Польові обліки і лабораторні аналізи проводились згідно з „Методичними рекомендаціями польового і лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи” [13]. Градаційна і бальна оцінка деяких морфологічних та якісних ознак проводилась за „Класифікатором-довідником виду *Zea mays* L” [14].

**Обговорення результатів.** Для створення високоврожайних міжлінійних гібридів кукурудзи на стерильній основі М-типу в гетерозисній селекції за материнські форми використовують стерильні лінії. Для розмноження таких стерильних ліній необхідно створювати їх аналоги закріплювачі стерильності. А для отримання на насінницьких ділянках гібридизації фертильного насіння гібридів в якості батьківської форми використовуються лінії-аналоги відновлювачі фертильності.

У 2005 році в лабораторії селекції та насінництва кукурудзи Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН проведено схрещування з двома материнськими лініями-тестерами стерильними аналогами інбредних ліній Харківська 5 МС та ГК 26 МС. В результаті вивчення експериментальних гібридів впродовж 2006-2008 рр. за ступенем відновлення фертильності інбредні лінії були класифіковані за здатністю відновлювати фертильність і закріплювати стерильність М-типу. Встановлено, що 12 ліній закріплювали стерильність з тестером Харківська 5 МС. Це лінії УХЛ 263, УХМ 254, УХ 382, УХЛ 352, УХЛ 300, УХ 711, УХС 16, УХ 130, УХЛ 378, УХЛ 304, УХЛ 216. Також з даним тестером виділено три відновлювачі фертильності – УХ 144, УХ 1008, Харківська 803. З тестером ГК 26 виділено 16 закріплювачів стерильності - УХЛ 310, УХЛ 306, УХЛ 228, УХ 215, УХМ 282, УХЛ 299, УХЛ 302, УХЛ 378-1, УХЛ 379, УХЛ 288, УХЛ 255, УХЛ 300, УХЛ 316, УХЛ 298, НМВ 1646, УХЛ 306 і один відновлювач фертильності – УХЛ 374 (табл. 1).

Таблиця 1

**Розподіл самозапилених ліній кукурудзи за здатністю відновлювати фертильність і закріплювати стерильність М-типу (2006-2008 рр.)**

Лінія-тестер	Кількість форм	Закріплювачі стерильності		Неповні закріплювачі		Відновлювачі фертильності	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
Харківська 5 МС	23	12	22	9	18	3	6
ГК 26 МС	27	16	32	10	20	1	2
Всього	50	27	54	19	38	4	8

Таким чином, більшість ліній (62 %) характеризувались стабільністю прояву ознаки стерильності і фертильності за роками. Було виділено 27 закріплювачів стерильності та чотири відновлювачі фертильності, що становило, за нашими даними, 54 % і 8 % відповідно. Оскільки відновлення фертильності відбувається лише за умови наявності домінуючих алелів генів-відновників фертильності, то можна стверджувати, що в генотипі ліній УХ 144, УХЛ 209, Харківська 803, УХЛ 374 присутні домінуючі комплекси, що детермінують прояв цитоплазматичної чоловічої стерильності М-типу.

Нестабільність прояву відновлюючої і закріплюючої здатності в роки вивчення у 17 ліній кукурудзи обумовлена за рахунок гетерозиготності їх генотипів. Розщеплення за ознаками відновлення фертильності пилку та закріплення стерильності у самозапилених ліній кукурудзи було встановлено при схрещуванні зі стерильними аналогами Харківська 5 МС та ГК 26 МС (табл. 2).

Таблиця 2

**Варіювання прояву ознаки стерильності та фертильності у тест-кросних гібридів**

Гібридна комбінація	Розподіл рослин за групами, %								
	2006 р.			2007 р.			2008 р.		
	стерильні	фертильні	напівфертильні	стерильні	фертильні	напівфертильні	стерильні	фертильні	напівфертильні
Харківська 5 МС / УХЛ 255	-	100	-	-	82	12	8	-	92
Харківська 5 МС / УХЛ 253	75	25	-	83	6	11	29	-	71
Харківська 5 МС / УХЛ 242	82	18	-	98	-	2	100	-	-
Харківська 5 МС / УХ 131	100	-	-	45	21	34	100	-	-
Харківська. 5 МС / УХЛ 280	100	-	-	81	-	19	28	67	5
Харківська 5 МС / УХЛ 308	-	-	100	-	-	100	100	-	-
Харківська 5 МС / УХЛ 302	-	-	100	-	-	100	100	-	-
Харківська 5 МС / УХЛ 253	100	-	-	83	2	15	100	-	-
Харківська 5 МС / УХЛ 303	100	-	-	-	-	100	-	-	100
ГК 26 МС / УХЛ 272	-	-	100	-	-	100	100	-	-
ГК 26 МС / Харківська 16	-	-	100	-	-	100	100	-	-
ГК 26 МС / УХЛ 289	100	-	-	82	2	16	100	-	-
ГК 26 МС / УХЛ 301	-	-	100	7	92	-	100	-	-
ГК 26 МС / УХЛ 220	-	-	100	100	-	-	100	-	-
ГК 26 МС / УХЛ 256	-	-	100	-	100	-	-	-	100
ГК 26 МС / Харківська 643	-	100	-	-	100	-	-	-	100
ГК 26 МС / УХЛ 309 *				-	100	-	-	-	100

\* дані за 2007-2008 рр.

Найбільш несприятливим для цвітіння кукурудзи був 2008 р., коли в критичний період росту та розвитку спостерігалась суха та інколи жарка погода з недостатньою вологозабезпеченістю. Як наслідок, більшість гібридних комбінацій в цьому році характеризувались високою стерильністю. В 2007 році, не зважаючи на достатньо високу температуру і низьку вологозабезпеченість в періоди сходи-цвітіння та цвітіння-воскова стиглість зерна, спостерігалась фертилізація і напівфертилізація деяких гібридів за рахунок опадів, які випали саме на початку цвітіння волоті - Харківська 5 МС / УХ 131, Харківська 5 МС / УХЛ 280, Харківська 5 МС / УХЛ 253, ГК 26 МС / УХЛ 289, ГК 26 МС / УХЛ 301, ГК 26 МС / УХЛ 256. Стовідсоткова фертилізація спостерігалась у гібридних комбінаціях: Харківська 5 / УХЛ 255 в 2006 році; ГК 26 МС / Харківська 643 в 2006-2007 роках; ГК 26 МС / УХЛ 256, ГК 26 МС / УХЛ 309 в 2007 році, однак у 2008 році вони були напівфертильні.

За Державним стандартом при вирощуванні стерильних материнських форм і гібридів першого покоління допускається не більше двох відсотків фертильних рослин. Фертильність визначають як співвідношення кількості знайдених фертильних домішок до контрольної кількості рослин. Тому зразки, які мають нестабільність прояву ознаки потребують додаткової селекційної роботи для посилення здатності (властивості) закріплення стерильності або відновлення фертильності пилку.

Високу врожайність гібридів першого покоління можливо підтримувати за умови використання константних самозапиленних ліній, які добре вирівнені за висотою рослин, висотою прикріплення качана, мають однотипний колір пиляків та інші стабільні ознаки. Встановлено, що висока константність самозапиленних ліній впливає на вирівненість простих гібридів – компонентів потрійних, подвійних та складних гібридів. Від цього буде залежати якість гібридного насіння першого покоління для товарних посівів. Також лінії аналоги, які використовуються в селекційному процесі повинні характеризуватися стійкістю до біо- та абіотичних чинників, мати високу комбінаційну здатність та бути придатними до механізованого збирання.

У нашому досліді лінії вивчалися за морфологічними ознаками, продуктивністю та її елементами, стійкістю до основних хвороб та шкідників. Кращі самозапилені лінії кукурудзи залучали в тестерні схрещування для визначення комбінаційної здатності. В таблиці 3 наведено характеристику константних ліній-відновлювачів фертильності та ліній-закріплювачів стерильності за морфологічними та цінними господарськими ознаками.

Продуктивність рослин – це складна кількісна ознака, що має складну структуру і функціональну організацію. В ході вивчення продуктивності самозапиленних ліній основна увага приділялась основним елементам, що складають її структуру, а саме – довжині качана, масі 1000 зерен та озерненості одного качана. Так, нами було виділено лінії УХМ 254 та УХ 130 з високою масою 1000 зерен, вона становила 307 г і 310 г відповідно. За ознакою «довжина качана» лінії мали середні показники – 11-16 см, окрім лінії УХЛ 255 з довжиною качана 17 см. Високу продуктивність мали лінії УХЛ 228 та УХЛ 255, але шляхи формування продуктивності у цих ліній були різні. Так, лінія УХ 255 мала високу продуктивність за рахунок високої маси 1000 зерен (276 г) та високої озерненості качана (412 шт. зерен), а лінія УХЛ 228 – за рахунок середньої маси 1000 зерен ( 205 г) та дуже високої озерненості качана ( 627 шт. зерен).

При створенні комерційного гібриду обов'язковою умовою є придатність до механізованого збирання його батьківських форм. Зокрема, для комбайнового збирання має значення висота рослини, висота прикріплення качана, стійкість до вилягання рослин та поникання качана, а також стійкість до основних хвороб та шкідників.

У результаті проведених досліджень виділено високоврожайні гібридні комбінції, які були передані для подальшого вивчення в контрольний розсадник та розсадник перспективних гібридів (табл. 4).

Таблиця 3

**Характеристика константних самоzapилених ліній кукурудзи за продуктивністю та морфологічними ознаками, 2006-2008 рр.**

Лінія	Продуктивність зерна, г	Довжина качана, см	Озерненість качана, шт.	Маса 1000 зерен, г	Висота рослини, см	Висота прикріплення качана, см	Довжина волоті, см
<b>Відновлювачі фертильності</b>							
УХ 144	64	14	307	255	154	58	29
УХЛ 209	77	11	360	253	165	53	31
ХАР 803	57	14	354	202	155	42	35
<b>Закріплювачі стерильності</b>							
УХЛ 263	77	13	351	262	155	53	38
УХМ 254	60	13	213	307	152	41	38
УХ 382	71	12	264	264	158	62	30
УХЛ 300	59	13	341	217	176	53	44
УХС 16	88	14	341	266	162	55	34
УХ 130	77	15	354	310	188	70	43
УХЛ 216	96	13	592	207	181	72	41
УХЛ 228	100	14	627	205	212	87	38
УХЛ 299	81	14	415	193	192	63	46
УХЛ 302	66	14	279	274	160	66	34
УХЛ 255	100	17	412	276	184	68	42
УХЛ 300	59	13	341	217	176	53	44
УХЛ 316	92	13	357	269	166	55	39
УХЛ 298	86	14	407	237	169	61	34
НМV 1646	53	13	303	295	167	61	37
УХЛ 306	95	16	378	287	193	78	37
середнє	77	14	368	252	172	61	38
НІР <sub>05</sub>	8,6	0,7	48,5	18,3	8,1	5,2	2,1

Таблиця 4

**Врожайність тест-гібридів кукурудзи (т/га при 14 % вологості), 2009-2014 рр.**

Гібридна комбінація	Контрольний розсадник					Розсадник перспективних гібридів				
	Урожайність зерна, т/га				± до ст.	Урожайність зерна, т/га				± до ст.
	2009	2010	2011	сер.		2012	2013	2014	сер.	
Харківська5 МС / УХЛ 297	4,6	4,6	5,0	4,7	- 1,5	—	—	—	—	—
ГК 26 МС / УХЛ 288	5,3	5,2	6,0	5,5	- 0,7	—	—	—	—	—
ГК 26 МС / УХЛ 339	3,6	3,6	4,2	3,8	- 2,4	—	—	—	—	—
ГК 26 МС / УХЛ 330	4,8	4,6	5,5	5,0	- 1,2	—	—	—	—	—
ГК 26 МС / УХЛ 298	7,1	6,9	8,1	7,4	+ 1,2	7,3	7,6	7,2	7,4	+ 1,3
ГК 26 МС / УХЛ 297	5,3	5,2	5,8	5,4	- 0,8	—	—	—	—	—
ГК 26 МС / УХЛ 302	4,3	4,3	4,7	4,4	- 1,8	—	—	—	—	—
ГК 26 МС / УХЛ 272	6,6	6,4	7,6	6,9	+ 0,7	6,9	7,0	6,8	6,9	+ 0,8
ГК 26 МС / НМV 1646	6,6	5,8	7,5	6,6	+ 0,4	6,4	7,1	6,5	6,7	+ 0,6
Вимпел, ст.	5,9	6,0	6,7	6,2	0,0	5,9	6,3	6,0	6,1	0,0
Середнє	5,4	5,3	6,1	5,6	—	—	—	—	—	—
НІР <sub>0,05</sub>	0,6	0,5	0,7	—	—	—	—	—	—	—

Так, гібридні комбінації ГК 26 МС / УХЛ 298, ГК 26 МС / УХЛ 272, ГК 26 МС / НМV 1646, що в 2009-2011 рр. перевищували стандарт на 1,2 т/га, 0,7 т/га та 0,4 ц/га, відповідно, були передані в розсадник перспективних гібридів. Кращою за всі роки

випробування була гібридна комбінація ГК 26 МС / УХЛ 298 з середньою врожайністю 7,4 т/га, що перевищила стандарт в 2009-2011 рр. на 1,2 т/га, а в 2012-2014 рр. на 1,3 т/га.

**Висновки.** Вивчення нових ліній кукурудзи за реакцією на ЦЧС дозволило диференціювати їх за здатністю як закріплювати стерильність, так і відновлювати фертильність пилку. Виділено відновлювачі фертильності пилку УХ 144, УХЛ 209, Харківська 803, УХЛ 374, а також 27 закріплювачів стерильності М-типу, які характеризувались стабільністю прояву ознаки стерильності та фертильності за роками. Ліній добре вирівнені за висотою рослин, висотою прикріплення качана та мають інші стабільні ознаки. На основі отриманих даних проводиться робота зі створення стерильних аналогів ліній відновлювачів фертильності пилку та ліній закріплювачів стерильності.

Нові самозапилені лінії – джерела цінних господарських ознак залучено в селекційні програми зі створення високогетерозисних гібридів кукурудзи.

На основі константних ліній виділено високоврожайні гібриди кукурудзи – ГК 26 МС / УХЛ 298, ГК 26 МС / УХЛ 272, ГК 26 МС / НМВ 1646. Вказані гібриди рекомендовані для подальшого випробування.

### Список використаних джерел

1. Козубенко, Л. В. Селекция кукурузы на раннеспелость [Текст] / Л. В. Козубенко, И. А. Гурьева. – Харьков, 2000. – 239 с.
2. Мику, В. Е. Генетические исследования кукурузы [Текст] / В. Е. Мику. – Кишинёв, Штиинца, 1981. – 231 с.
3. Сотченко, В. С. С-тип цитоплазматической мужской стерильности кукурузы [Текст] / В. С. Сотченко, А. Г. Горбачева, Н. И. Косогорова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2007. – № 2. – С. 12-14.
4. Генетика культурных растений: кукуруза, рис, просо, овес [Текст] / под. ред. акад. ВАСХНИЛ В. Ф. Дорофеева, проф. Т. С. Фадеевой и д-ра с.-х. наук Г. Е. Шмараева. – Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1988. – 272 с.
5. Gracen, V. E. Types and availability of male sterile cytoplasm [Text] / V. E. Gracen // In: Maize for Biological Research / A Special Publication on of the Plant Molecular Biology Association, Nord Dakota. – 1982. – P. 221–224.
6. Sofi, P. A. Genetic and molecular basis of cytoplasmic male sterility in maize [Text] / P. A. Sofi, A. G. Rather, S. A. Wani // Communications in biometry and crop science. – 2007. – Vol. 2. – P. 49–60.
7. Гонтаровский, В. А. Изучение реакции самоопыленных линий кукурузы на ЦМС парагвайского типа [Текст] / В. А. Гонтаровский, Л. В. Кирикашвили // Селекция и семеноводство кукурузы: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ; ВНИИК. – Днепропетровск, 1986. – С. 35-40.
8. Франковская, М. Т. Особенности проявления мужской стерильности у кукурузы [Текст] / М. Т. Франковская, Л. Г. Огняник, Н. Н. Куц // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Майкоп: РИПО Адыгея, 1999. – С. 45-56.
9. Сліщук, Г. І. Молекулярно-генетичний аналіз регіонів мітохондріону, асоційованих з цитоплазматичною чоловічою стерильністю [Текст] / Г. І. Сліщук, Н. Е. Кожухова, Ю. М. Сиволап // Цитология и генетика. – 2011. – № 3. – С. 15-19.
10. Molecular-Genetic Characterization of CMS-S Restorer-of-Fertility Alleles Identified in Mexican Maize and Teosinte [Text] / S. Gabay-Laughnan, C. D. Chase, V. M. Ortega, L. Zhao // Genetics. – 2004. – Vol. 166. – P. 959–970.
11. Гонтаровский, В. А. Генетические основы использования цитоплазматической мужской стерильности в селекции гибридной кукурузы [Текст]: дис. ... докт. биол. наук / Гонтаровский Вячеслав Афанасьевич. – Х., 1986. – 393 с.

12. Чалык, Т. С. ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы. [Текст] / Т. С. Чалык. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 231 с.
13. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи [Текст] / І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун, П. П. Літун та ін. – Х., 2003. – 43 с.
14. Класифікатор-довідник виду *Zea mays* L. [Текст]. – Х., 1994. – 73 с.

### References

1. Kozubenko LV, Gurieva IA. The maize breeding for early maturity. Kharkiv; 2000. 239 p.
2. Miku, VE. Genetically investigation of maize. Kishineu: Shtiintsa; 1981. 231 p.
3. Sotchenko VS, Gorbacheva AG, Kosogorova NI. C-type of maize cytoplasmic male sterility. Doklady Rossiyskoy akademii selskohoziaystvennykh nauk. 2007; 2:12-14.
4. Fadeyeva TS, Shmarayeva GE, Dorofeyeva VF. Genetics of cultivated plants: maize, rice, millet, oat. Leningrad: Agropromizdat LO; 1988. 272 p.
5. Gracen, VE. Types and availability of male sterile cytoplasm. In: Maize for Biological Research. A Special Publication on of the Plant Molecular Biology Association. Nord Dakota; 1982. P. 221-224.
6. Sofi PA, Rather AG, Wani SA. Genetic and molecular basis of cytoplasm male sterility in maize. Communications in biometry and crop science. 2007; 2:49–60.
7. Gontarovskiy VA, Kirikashvili LV. Investigation of maize inbred reaction on CMS of Paraguay type. Seleksiya i semenovodstvo kukuruzy: Sb. nauch. tr. VASHNIIL; VNIHK. Dnepropetrovsk. 1986. P. 35-40.
8. Frankovskaya MT, Ognyanik LG, Kuts NN. The peculiarities of maize male sterility manifestation. Genetika, seleksiya i tehnologiya vzdelyivaniya kukuruzyi. Maykop: RIPO Adyigeya. 1999. P. 45-56.
9. Slishchuk GI, Kozhukhova NE, Sivolap YuM. Molecular-genetic analysis of maize mitochondrion regions associated with CMS. Cytology and Genetics. 2011; 3:15-19.
10. Gabay-Laughnan S, Chase CD, Ortega VM, Zhao L. Molecular-Genetic Characterization of CMS-S Restorer-of-Fertility Alleles Identified in Mexican Maize and Teosinte. Genetics. 2004; 166:959-970.
11. Gontarovskiy, VA. Genetically background of cytoplasm male sterility utilization in hybrid's maize breeding [dissertation]. Kharkiv; 1986.
12. Chalyk TS. CMS for maize breeding and seed production. Kishineu: Shtiintsa; 1974. 231 p.
13. Gurieva IA, Ryabchun VK, Litun PP et al. Guide field and laboratory investigation of maize genetic resources. Kharkiv; 2003. 43 p.
14. Classificatory and reference book of *Zea mays* L. Kharkiv; 1994. 73 p.

### **ДИФЕРЕНЦИАЦИЯ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ПО РЕАКЦИИ НА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКУЮ МУЖСКУЮ СТЕРИЛЬНОСТЬ**

Капустян М. В.

Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, Украина

Проведено изучение реакции новых самоопыленных линий кукурузы, созданных в лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, на цитоплазму М-типа в тестерных скрещиваниях с линиями Харьковская 5 М и ГК 26 М.

**Цель и задачи исследования.** Определить реакцию 50 новых самоопыленных линий кукурузы на цитоплазму М-типа, а также изучить их ценные хозяйственные признаки.

**Материалы и методы.** Оценку тестерных гибридов по степени восстановления фертильности проводили в 2008-2009 годах. Подсчитывали растения по группам стерильности в фазе массового появления рылец на початке. Поскольку нас интересовали полные восстановители и полные закрепители стерильности, то

использовали четырехбальную шкалу для оценки стерильности. Также линии изучались по продуктивности, ее элементам и другим количественным признакам согласно общепринятым методикам.

**Обсуждение результатов.** Тесткроссные потомства полученные от скрещивания самоопыленных линий с анализаторами, были изучены в 2008-2009 гг. Это позволило классифицировать самоопыленные линии по характеру цветения простых гибридов F<sub>1</sub>. У большинства линий (62 %) отмечалась стабильность проявления признака стерильности и фертильности по годам. Среди константных линий были выделены высокопродуктивные образцы пригодные к механизированной уборке.

**Выводы.** Были определены четыре восстановителя фертильности пыльцы и 27 закрепителей стерильности М-типа. Выделены источники ценных хозяйственных признаков для использования в гетерозисной селекции.

*Ключевые слова:* кукуруза, самоопыленная линия, гетерозис, цитоплазматическая мужская стерильность, закрепитель стерильности, восстановитель фертильности

## **DIFFERENTIATION OF MAIZE INBREAD LINES FOR RESPONSE ON CYTOPLASMIC MALE STERILITY**

Kapustian M. V.

Plant Production institute nd. A V.Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine

It were conducted the investigation of new maize inbred lines which were created in the laboratory of maize breeding and seed production on M (S) – type cytoplasm by the test crossing with lines Kharkivska 5 M and GK 26 M.

**The aim and tasks of the study.** To determine reaction of 50 new maize inbred lines on M (S) – cytoplasm as well as to investigate This lines for valuable agronomic traits.

**Material and methods.** The estimation of test-hybrids for the rank of fertility restoration were conducted over 2008-2009 years. During the ear silk outbreak in were calculated the plant for each sterility group. Because we were interested in full restorers and full sterility maintainers it were used the four-point scale of sterility. Also the lines were investigated for productivity and their elements as well as other quantity traits according to conventional techniques.

**Results and discussion.** The testcross progenies obtained by crossing of inbred lines with analyzers were studied over 2008-2009 years. It has permit to classify inbred lines by the type of simple hybrids' flowering. The majority of the lines (62 %) observed stability for the traits of sterility and fertility during the years. Among the constant lines it were segregated high productivity samples that suitable for combining harvesting.

**Conclusions.** As a result of work it were found pollen fertility restorers and 27 V (S) – type sterility maintainers. It were identified sources of valuable agronomic traits for using in heterotic breeding.

*Key words:* maize, inbred line, cytoplasmic male sterility, heterosis sterility maintainer, fertility restorer