

# СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.15:631.527

## РОЛЬ ЗАРОДКОВИХ ПЛАЗМ ТА ГЕТЕРОЗИСНОЇ МОДЕЛІ ПРИ СТВОРЕННІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Б.В. ДЗЮБЕЦЬКИЙ** – доктор с.-г. наук, професор, академік НААН

**М.М. ФЕДЬКО** – кандидат с.-г. наук

**Л.А. ІЛЬЧЕНКО** – кандидат с.-г. наук

**В.І. ЧАБАН** – кандидат с.-г. наук

Державна установа Інститутзернових культур НААН

**Постановка проблеми.** Глобальні зміни на світовому паливному ринку спонукають до виведення спеціальних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, як крохмаленосної сировини для виготовлення етанолу [1]. В дослідженнях М.В.Червоноса та І.О. Сурженка [2] гібриди кукурудзи забезпечили найбільший вихід спирту з одиниці врожаю та максимальну ефективність трансформації крохмалю в біоетанол порівняно з сортами пшениці, озимого та ярого тритикале, ячменю та проса. З однієї тони її зерна можна отримати 410 л етанолу, з ячменю – 330, жита – 357, пшениці – 375 л [3].

К.А. Ларченко і Б.В. Моргуном [4] проаналізовано 54 зразків кукурудзи власної селекції на вміст крохмалю в зерні, вказані лінії, прості та трилінійні районовані гібриди з найвищими значенням цього показника. Проте дослідники зазначають, що спрямований добір на високий вміст крохмалю не проводили – як свідчення незначна мінливість цієї ознаки. В Україні напрямком селекції для спиртодистильної промисловості лише набирає оберти і обов'язок учених сприяти його найшвидшому розвитку.

**Стан вивчення проблеми.** В дослідженнях зі створення вихідного матеріалу і гібридів з генетично модифікованим крохмалем амілопектинового складу типу ваксі, встановлено їх здатність забезпечувати більший вихід спирту порівняно зі звичайним зерном [1]. Нами відмічено зростання процентного вмісту крохмалю у гібридів ФАО 150-400, незалежно від гідротермічних умов року. Отримано гібриди ДН Росток з високими показниками вмісту крохмалю та врожайності зерна [5]; Еврика МВ, Новація МВ (потенціал виробництва біоетанолу з розрахунку 4,3–5,6 т/га), які представляють інтерес з точки зору використання їх гібридами спеціального призначення [1].

Проте, вихід спирту обумовлений не лише вмістом крохмалю в зерні. При однаковій кількості крохмалю ефективність його перетворення в біоетанол суттєво відрізняється як між культурами, так і між сортами чи гібридами одного виду [2, 6]. Результативність трансформації зерна соризу в спирт значною мірою залежить від генетичних особливостей сорту. Тому важливу роль для синтезу гібридів кукурудзи, придатних для виробництва біопалива, відіграють зародкові плазми батьківських компонентів і створені на їх основі певні гетерозисні моделі (пари). Є багато підтверджень щодо їх переваг з селекційної точки зору [7, 8, 9].

**Мета роботи та завдання.** Мета роботи – визначити потенційну можливість отриманих тесткросних комбінацій кукурудзи як джерел крохмаленосної сировини залежно від зародкової плазми батьківських форм та встановити кращі гетерозисні моделі за показниками вмісту крохмалю.

**Методика та матеріал досліджень.** Дослідження проводились згідно «Методичних рекомендацій по проведенню польових дослідів з кукурудзою» (1980 р.) та «Методики державного сортови-пробування сільськогосподарських культур» (2001 р.) на полях дослідного господарства «Дніпро» в зоні північного Степу України. Предметом випробувань були гібридні комбінації кукурудзи різних груп стиглості, створені за участі ліній селекції ДУ Інститут сільськогосподарства степової зони (ДУ ІСГСЗ) НААН на базі декількох зародкових плазм: Айодент, БССС, Ланкастер, Лаукон і Змішана. Розмір ділянок контрольного розсадника складав 4,9 м<sup>2</sup>, повторність – триразова. Густина стояння формувалась з розрахунку 50-60 тисяч рослин/га у фазі 4-5 листків. Облік врожайності та вологості зерна відбувався шляхом збирання ділянок прямим комбайнуванням з використанням селекційного комбайну "Wintersteiger". Масові аналізи зерна кукурудзи щодо вмісту крохмалю проводились з використанням обладнання, працюючого в ближній інфрачервоній зоні (NIR) – INFRAPID-61. Калібрування аналізатора для визначення вмісту загального крохмалю здійснювалося на основі даних хімічного аналізу при кислотному гідролізі в лабораторії агрохімії ДУ ІСГСЗ НААН.

Роки досліджень суттєво різнилися за гідротермічними умовами. Достатня кількість опадів та помірна температура 2011 р., незважаючи на посушливий період під час появи сходів та першої половини вегетації кукурудзи, дали змогу рослинам сформувати досить високу врожайність зерна. Аномально посушливим та спекотливим виявився 2012 р. Сприятливим для кукурудзи можна вважати 2013 р. з рівномірним розподілом опадів під час інтенсивного водоспоживання і наливу зерна.

**Результати досліджень.** Основним компонентом зерна, який завдяки дії гідролітичних ферментів перетворюється в спирт, є крохмаль. Високий його вміст вважається одним з найважливіших показників для гібридів спиртодистильного напрямку. В дослідженнях в 2011-13 рр. оцінено 1347 гібридних комбінацій, синтезованих на базі ліній різних гетерозисних груп та відібрано новий вихідний матеріал за вмістом

крохмалю. Різниця за цим показником між кращими експериментальних зразків та року випробувань, та гіршими варіантами, залежно від генотипу плазми, варіювала в межах 3,3-10% (табл.1).

**Таблиця 1 – Варіювання вмісту крохмалю в зерні у гібридів кукурудзи залежно від зародкової плазми та року досліджень, %**

Показники	Рік досліджень	Зародкові плазми				
		Аойдент	БССС	Ланкастер	Лаукон	Змішана
N	2011	203	31	123	33	67
	2012	212	43	146	24	51
	2013	181	45	106	32	48
$\bar{x} \pm s(\bar{x})$	2011	69,8±0,1	70,4±0,3	69,8±0,1	69,5±0,3	69,6±0,2
	2012	70,1±0,1	71,0±0,2	70,0±0,1	70,5±0,2	70,6±0,2
	2013	71,77±0,1	71,77±0,2	71,95±0,1	71,5±0,2	71,92±0,2
Lim (min-max)	2011	63,2-73,2	67,5-73,6	63,2-73,2	64,8-72,2	64,5-73,6
	2012	66,7-74,4	68,2-74,4	67,0-72,7	67,1-72,4	67,8-74,2
	2013	67,7-74,9	70,1-74,6	67,7-74,9	70,0-73,3	70,0-74,6
V, %	2011	2,25	1,97	2,13	2,54	2,73
	2012	1,86	2	1,65	1,6	2,19
	2013	1,74	1,42	2	1,33	1,49

Найвищий середній вміст крохмалю в зерні зафіксовано у гібридів, однією з батьківських форм яких були лінії гетерозисної групи БССС протягом перших двох років – 70,4 і 71,0 % відповідно. Досить близькими (71,5-71,95%) за цим показником були гібридні комбінації в 2013 р., отримані на базі всіх представлених плазм. Ланкастер, як краща з них, відзначалась і порівняно вищим коефіцієнтом варіації – 2%, хоча в 2011-12 рр. за цим показником домінувала змішана зародкова плазма ( 2,73 і 2,19% відповідно). Варто зазначити, що низькі коливання ознаки в цілому по досліді вказують на близькі значення вмісту крохмалю у більшості генотипів, які вивчалися.

Загалом, результати випробувань засвідчили, що цілеспрямована селекція призвела до поступового підвищення середнього вмісту крохмалю в зерні на 1,37-2,32 % у гібридів, залежно від їх генетичного походження. Найкращою динамікою зростання за

даним показником характеризувалась Змішана плазма, найгіршою – БССС. Максимальне значення вмісту крохмалю відмічено у зразків, отриманих на базі гетерозисних груп Аойдент і Ланкастер у 2013 р. – 74,9%.

Проте, для промислової переробки крохмаленосної сировини домінуючого значення набуває її валовий збір. Порівняльний аналіз вмісту крохмалю та його валового збору показав коливання останнього, яке більше пов'язане з гідротермічними умовами року та тривалістю вегетаційного періоду досліджуваних зразків [5]. Хоча при цьому не можна виключати впливу генетичного складу і гетерозисного типу гібрида.

Найбільшою мінливістю валових зборів крохмалю характеризувалась Змішана плазма, про що свідчать порівняно вищі коефіцієнти варіації (8,9-23,3%) в усі роки випробувань (табл. 2).

**Таблиця 2 – Варіювання валового збору крохмалю у гібридів кукурудзи залежно від зародкової плазми та року досліджень, т/га**

Показники	Рік досліджень	Зародкові плазми				
		Аойдент	БССС	Ланкастер	Лаукон	Змішана
N	2011	205	31	123	33	67
	2012	212	43	146	24	51
	2013	181	45	106	32	48
$\bar{x} \pm s(\bar{x})$	2011	6,63±0,04	6,76±0,09	6,81±0,05	6,36±0,08	6,23±0,07
	2012	1,58±0,02	1,53±0,04	1,62±0,02	1,47±0,06	1,48±0,05
	2013	6,16±0,04	6,02 ±0,07	6,25±0,05	5,82±0,09	6,04±0,08
Lim (min-max)	2011	3,90-8,30	5,78-7,65	5,43-8,30	5,54-7,34	3,90-7,36
	2012	0,79-2,57	0,91-2,13	0,83-2,57	0,9-1,99	0,79-2,38
	2013	4,73-7,45	4,86-7,13	4,73-7,45	4,63-6,66	4,63-7,16
V, %	2011	8,9	7,4	7,9	7,0	9,2
	2012	18,2	18,3	17,5	20,4	23,3
	2013	8,3	7,4	7,8	8,4	8,9

Достатнім резервом крохмаленосної сировини відзначились і гібридні комбінації, отримані за участі ліній гетерозисних груп Аойдент та Ланкастер, різниця між максимальним і мінімальним валовим збором крохмалю яких варіювала в межах 1,74 – 4,4 т/га залежно від року досліджень. Лідером за середньопопуляційним валовим збором в процесі випробувань виявилась плазма Ланкастер зі значеннями 6,81 т/га (2011 р.), 1,62 т/га (2012 р.) і 6,25 т/га (2013

р.). Непогано себе зарекомендували відносно цього показника і гібриди за участі генотипів плазми Аойдент. Це пояснюється тим, що лінії вищевказаних гетерозисних груп використовуються здебільшого для синтезу середньостиглих і пізньостиглих комбінацій, які мають значніший потенціал продуктивності порівняно з ранньостиглими формами і відповідно вищий вихід крохмаленосної сировини [5].

Варто зазначити, що в межах кожної групи ФАО є гібриди, які виділяються за показниками крохмалю (табл. 3). Оцінка генетичного складу кращих зразків

показала, що більшість з них (66,7%) належить до гетерозисних моделей Ланкастер х Айодент і Айодент х Ланкастер.

**Таблиця 3 – Кращі гетерозисні моделі гібридів за валовим збором та вмістом крохмалю залежно від зародкової плазми батьківських форм**

Показники	2011 р.			2012 р.			2013 р.		
	Гетерозисна модель	в/к, %	в/з, т/га	Гетерозисна модель	в/к, %	в/з, т/га	Гетерозисна модель	в/к, %	в/з, т/га
№ п/п	Ранньостиглі ФАО 150-199								
1	Б х Лн*	70,0	7,04	А х Б	72	2,13	Зм х А	72,9	6,66
2	А х Лн	72,2	6,81	А х Лн	72	1,99	Зм х А	73,3	6,51
Середньоранні ФАО 200-299									
1	Лр х А	71,4	7,71	А х Лр	71,2	2,41	А х Б	73	7,12
2	Лр х А	71,0	7,70	Зм х Лр	69,9	2,38	Зм х Лр	72,4	7,02
3	А х Лр	68,3	7,46	Лр х А	69,4	2,12	А х Зм	72,4	6,82
Середньостиглі 300-400									
1	Лр х А	70,7	7,76	Лр х А	70,0	2,57	Лр х А	74,5	7,45
2	А х Лр	69,4	7,53	Лр х Зм	70,5	2,26	Лр х А	70,9	7,23
3	А х Лр	73,2	7,5	А х Лр	71,7	2,09	Лр х А	74,6	7,15
Середньопізні >400									
1	Лр х А	71,9	8,87	А х Лр	70,7	2,08	Лр х А	73,0	7,15
2	Лр х А	72,0	8,65	Лр х А	72,4	2,05	Лр х А	68,9	6,85
3	Лр х А	72,2	8,30	А х Лр	70,7	1,99	Лр х А	70,5	6,81

\*Примітка. А – Айодент, Б – БССС, Зм – Змішана, Лн – Лаукон, Лр – Ланкастер; в/к – вміст крохмалю, в/з – валовий збір крохмалю.

Для ранньостиглої групи оптимальними гетерозисними моделями були Айодент х Лаукон, Змішана х Айодент; для середньоранньої – Айодент х БССС та Змішана х Ланкастер. Найбільш конкурентоспроможною для гібридів ФАО>300 виявилась гетерозисна пара Ланкастер х Айодент.

На особливості впливу гетерозисної моделі щодо отримання крохмаленосної сировини вказують гібридні комбінації, які навіть при однаковій кількості крохмалю в зерні забезпечують різний його валовий збір. Гібриди ранньостиглої групи з рівним вмістом крохмалю в зерні 72%, отримані в 2012 р. на базі схрещувань ліній Айодент х БССС та Айодент х Лаукон відрізнялися за обсягом крохмаленосної сировини – 2,13 і 1,99 т/га відповідно. Гібриди гетерозисної моделі ФАО 200-299 Змішана х Ланкастер, Айодент х Змішана теж мали однакову кількість крохмалю (72,4% – 2013 р.), проте друга поступала за його валовим збором на 0,2 т/га.

Дві гібридні комбінації однієї моделі Айодент х Ланкастер з тим самим вмістом крохмалю (70,7 %) в середньопізній групі в 2012 р. мали вихід крохмалю з різницею 0,09 т/га. Така ж тенденція спостерігалась і в 2013 р. у зразків ФАО 300-400 гетерозисної пари Ланкастер х Айодент з близькими значеннями кількості крохмалю (74,5 і 74,6 %), але неоднаковим валовим збором. В першому випадку вивчалися прості гібриди, створені на основі ліній ДК375, ДК256 та ДК370, ДК633/325, в другому – лінії ДК2953, ДК401 та ДК777. Отже, головна відмінність схожих гетерозисних моделей щодо впливу на показники крохмалю детермінована генетичним різноманіттям ліній однієї зародкової плазми та вмілим поєднанням батьківських форм в пари.

Серед вихідного матеріалу нами виділено лінії, гібридні комбінації яких давали зерно з високим вмістом крохмалю та більшим його валовим збором порівняно зі стандартами – ДК744, ДК301, ДК401, Д411, ДК4173, ДК2064 (плазма Айодент), ДК253, ДК296, ДК2953, ДК633/325 (плазма Ланкастер), ДК720 (плазма БССС) та ДК315 (Змішана).

**Висновки.** Селекційні дослідження відносно характеру успадкування вмісту крохмалю у гібридів, отриманих за участі п'ятьох зародкових плазм, дозволили оцінити потенціал кожної з них та виділити кращі для подальшої роботи, а саме: Ланкастер, Змішана та Айодент. Встановлено, що гібриди гетерозисної моделі Ланкастер х Айодент є найпридатнішими в якості джерела крохмаленосної сировини для зразків ФАО>300. Доведено залежність валового збору крохмалю від умов вегетаційного періоду, генотипу ліній та гетерозисного складу гібридів кукурудзи. Підтверджено висновки інших дослідників, що вміст крохмалю є основним, але не єдиним чинником для успішної селекції спиртодистильного напрямку.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Селекція кукурудзи на Півдні України на рубежі століть / В. М. Соколов, А. О. Белоусов, А. С. Пілюгін [та ін.] // Зб. наук. праць СГП-НЦНС. – Одеса, 2012. – Вип. 20 (60). – С. 84-98.
2. Червоніс М.В. Селекційні критерії сортів та гібридів зернових культур для виробництва біоетанолу / М. В. Червоніс, І. О. Сурженко // Зб. наук. праць СГП-НЦНС. – Одеса, 2009. – Вип. 14 (54). – С. 27-36.
3. Каменчук Б.Д. Оцінка гібридів кукурудзи на придатність до виробництва біоетанолу / Б.Д. Каменчук // Вісник аграрної науки. – 2012. – №12. – С. 26-28.

4. Ларченко К.А. Біоетанол як альтернативне поновлюване джерело енергії / К.А. Ларченко, Б.В. Моргун // Біотехнологія. – 2008. – Т.1, №4. – С. 18-28.
5. Залежність валового збору крохмалю від групи стиглості гібридів кукурудзи / [Дзюбецький Б.В., Федько М.М., Ільченко Л.А., Чабан В.І.] // Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант, 2015. – Вип. 92. – С.14-19.
6. Теоретичні основи селекції синтетичних сортів соризу (*Sorghum oysoidum*) на вихід біоетанолу / [Дремлюк Г.К., Червоніс М.В., Рибалка О.І., Гамандій В.Л.] // Зб. наук. праць СГП-НЦНС. – Одеса, 2013. – Вип. 21 (61). – С. 122-134.
7. Дзюбецький Б.В. Основні господарсько-цінні ознаки текстросів кукурудзи різних гетерозисних моделей в умовах західного Лісостепу України / Б.В. Дзюбецький, Н.А. Боденко, Я.Д. Заплітний // Зрошуване землеробство. – Херсон: Айлант, 2013. – Вип. 59. – С. 139-141.
8. Мирза В. Селекція гібридів кукурудзи на основі моделей / В. Мирза // Сучасні аспекти селекції і насінництва кукурудзи, традиції та перспективи: міжнар. наук-практ. конф., 10 вер, 2015 г.: тези допов. – Чернівці, 2015. – С. 35-37.
9. Мустяца С.И. Использование зародышевой плазмы гетерозисных групп БССС и Рейд Айодент в селекции скороспелой кукурузы / С.И. Мустяца, С.И. Мистрец / Кукуруза и сорго. – 2007. – №6. – С. 8-12.

УДК 631.52:633.18 (477)

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАГАЛЬНОЇ ТА СПЕЦИФІЧНОЇ КОМБІНАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ РИСУ

**Д.П. ПАЛАМАРЧУК**

Інститут рису НААН

**М.Р. КОЗАЧЕНКО** – доктор с-г наук, професор

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва

**Постановка проблеми.** На даний момент недостатньо вивчено особливості сучасних сортів рису щодо прояву кількісних та якісних ознак. Дослідження у цьому напрямку є дуже актуальними.

Значний інтерес також має пошук та створення селекційних джерел для розширення спадкової мінливості сортів рису за цінними господарськими ознаками. Тому актуальним є встановлення селекційної цінності нових сортів, використання кращих із них в міжсортівій гібридизації та отримання нового вихідного матеріалу як основи для подальшої селекційної роботи.

**Стан вивчення проблеми.** У комбінаційній селекції зі створення сортів сільськогосподарських культур важливим є добір компонентів схрещування, ефективність якого треба передбачити за допомогою генетичного аналізу оцінки вихідного матеріалу, зокрема за визначенням комбінаційної здатності. Встановлення особливостей сортів за комбінаційною здатністю та співвідношенням ЗКЗ і СКЗ, а також типу дії генів (адитивного чи неадитивного) є важливим для прогнозу прояву селекційно генетичних особливостей [1, 2]. Однією з головних проблем селекціонерів у створенні високоврожайних сортів є вибір відповідних батьківських форм. Діалельний аналіз являється одним із найефективніших інструментів для оцінки ЗКЗ та СКЗ [3].

**Мета досліджень.** Визначення особливостей ефектів загальної комбінаційної здатності та констант специфічної комбінаційної здатності сучасних сортів рису. Раніше у цьому напрямку досліджень в Україні не проводилось.

**Завдання і методика досліджень.** Дослідження були проведені у 2013-2014 р.р. у відділі селекції Інституту рису НААН та на полях наукової сівозмінні інституту.

Селекційну цінність за комплексом ознак вивчали у 10 зразків рису які виділилися високими

показниками продуктивності та якості зерна (Командор, Україна-96, Южанин, Lotto, Віконт, Адмірал, Magic, Fukushikiri, Giza-177, Sakha-101).

Досліди проводились з використанням різноманітних методів, загальноприйнятих у селекції, Державного сортовипробування (2003 р.) [4]. Загальну і специфічну комбінаційну здатність та співвідношення їх варіанс – генетичним аналізом за М.А. Федіним [5] і ін., та Б.А. Доспеховим [6].

**Результати досліджень.** Відомо, що загальна комбінаційна здатність (ЗКЗ) відображає середню цінність сорту в гібридних комбінаціях. Це середня величина відхилення ознаки в усіх гібридах з участю цього сорту від загального середнього по всіх гібридах.

При високій ЗКЗ форма має найбільшу кількість алелей генів, що позитивно визначають величину ознаки. І навпаки, при низьких показниках ЗКЗ форма має більшу кількість алелей генів, що негативно визначають величину ознаки.

Так, за ознакою довжина головної волоті (табл.1) високі ефекти ЗКЗ мали сорти Sakha-101(1,27), Fukushikiri (0,13), Україна-96 (0,22), Южанин(0,76), Віконт (0,56).

За ознакою висота рослини високі ефекти ЗКЗ мали сорти Sakha-101 (3,89), Україна-96 (5,53), Южанин (2,42), Адмірал (4,54), Віконт (1,75).

За ознакою число зерен у волоті високі ефекти ЗКЗ мали сорти Україна-96 (14,16), Адмірал (14,18), Віконт(11,42).

За ознакою продуктивність головної волоті високі ефекти ЗКЗ мали сорти Magic (0,14), Україна-96 (0,54), Южанин (0,34), Адмірал (0,42), Віконт (0,32).

За ознакою продуктивність рослини високі ефекти ЗКЗ мали сорти Sakha-101 (1,75), Giza-177 (1,20), Fukushikiri (2,09), Lotto (0,82), Україна-96 (0,11), Командор (0,92).