

М.В.Роїк, М.О.Коршева, І.В.Власюк

КОМБІНАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ЛІНІЙ-КОМПОНЕНТІВ ЧС ГІБРИДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Селекційна практика вказує на багато випадків, коли одна лінія, схрещуючись з багатьма іншими, дає високопродуктивне потомство, а інша проявляє себе тільки в окремих гібридних комбінаціях. Очевидно, причиною такого явища є те, що гетерозис залежить від здатності ліній комплементарно взаємодіяти одна з одною, тобто вирішальна роль належить складній системі взаємодії спадкових факторів.

Експериментально доведено, що лінії з високою комбінаційною здатністю дають в середньому більш високопродуктивні гібриди, ніж лінії з низькою комбінаційною здатністю. Тому добір ліній для гібридизації повинен проводитися з урахуванням комбінаційної здатності.

В 1985 р. краші ліній-запилювачі ВП1, ВП2 та ВП3, одержані з популяції веселоподільської гілки багатонасінної форми цукрових буряків, схрещували з 10 ЧС лініями різного походження і різних напрямів добору (перший набір ліній). В 1986 р. в системі Бетаістеркросу були випробувані гібриди, у яких визначали комбінаційну цінність батьківських ліній.

В 1986 р. краші ліній-закріплювачі ВПА і ВПБ були схрещені з 28 ЧС лініями вітчизняної і зарубіжної селекції, а в 1987 р. оцінювались гібриди на їх основі.

Загальну комбінаційну здатність (ЗКЗ) визначали як відхилення середнього значення у гібридів, згрупованих по батьківській або материнській лінії, від середнього значення цієї ознаки в даному наборі генотипів (середньопопуляційної), ЗКЗ характеризує адитивний ефект генотипа тієї чи іншої батьківської форми. Проте, як зазначає Л.А.Тарутіна і Л.В.Хотильова (1990), на ЗКЗ, крім того, впливає і та частина епістатичного ефекту, яка обумовлюється взаємодією адитивних ефектів.

Ефекти ЗКЗ материнських і батьківських форм визначали, виходячи із експериментальних даних топкросних гібридів, одержаних в системі односторонніх циклічних схрещувань. Генетичну цінність компонентів схрещування визначали порівнян-

ням ефектів ЗКЗ з показниками найменшої істотної різниці ($НІР_{05}$). Істотно високими ефектами ЗКЗ вважали такі, що перевищують $НІР_{05}$. Істотно високими ефектами ЗКЗ вважали такі, що перевищують $НІР_{05}$, і позначали знаками *.

Лінії, що не відрізнялися від нуля, знаходилися в межах $\pm НІР_{05}$. Лінії із значенням, меншим, ніж $НІР_{05}$, мали істотно низьку ЗКЗ, тобто від'ємно реагували на схрещування з паним набором запилювачів. При введенні в схрещування комбінаційно-цінних ліній ймовірність одержання високопродуктивних гібридів зростала. Від ліній з низькою адитивною дією генів одержати гетерозисне потомство було важче (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна комбінаційна здатність ліній першого набору компонентів гібридів, ВПДСС, 1986 р.

ЧС лінії	Ефекти ЗКЗ (g_1, g_2) за	
	врожайністю	цукристістю
Материнські форми		
9301	1,27	-0,58
9302	3,24	0,81
9303	- 5,2	0,2
9304	0,5	-1,03
9305	2,12	0,53
9306	1,07	-1
9307	- 2,81	-0,75
9308	4,5 *	-0,39
9309	1,82	1,59 *
9310	- 6,53	0,61
$НІР_{05}$ загальна	2,21	1,11
Батьківські форми		
ВП1	0,03	-0,47
ВП2	1,11	0,75 *
ВП3	1,08	-0,21
$НІР_{05}$ загальна	1,01	0,61

* - істотно високі ефекти.

Таблиця 2

Загальна комбінаційна здатність ліній другого набору
компонентів гібридів, ВПДСС, 1997 р.

ЧС ліній	Ефекти ЗКЗ (E_{1j}, E_{2j})	
	врожайність	цукристість
	2	3
Материнські форми		
9401	2,33	- 1,38
9402	2,21	1,12
9403	3,98 *	2,37
9404	- 0,54	- 5,38
9405	2,67	3,87 *
9406	2,71	0,12
9407	7,96	2,24
9408	3,42	4,74 *
9409	7,58	2,37
9410	6,08	0,62
9411	- 2,92	- 2,76
9412	5,46	- 3,88
9413	- 1,42	1,12
9414	4,96	2,37
9415	1,83	0,62
9421	- 8,42	- 2,51
9422	- 6,54	0,74
9423	- 4,42	- 1,63
9424	7,06	- 2,13
9425	- 5,29	- 2,26
9426	- 5,04	- 1,51
9427	- 1,04	- 1,83
9428	- 10,29	- 1,76
9429	- 1,42	2,49
9430	1,96	- 1,01
9431	- 3,92	0,49
9432	3,71	2,87 *
9433	- 0,42	- 0,26
НІР ₀₅	2,52	2,57

Продовження таблиці 2

	1	2	3
Б а т ь к і в с ь к і ф о р м и			
ВПА		- 0,58	0,14
ВПБ		0,58	-0,14
НІР ₀₅		0,67	0,69

Як показав аналіз, в першому наборі істотно високими ефектами ЗКЗ за врожайністю характеризувалися дві лінії з умовними номерами 9302 та 9308 - ξ_1 була відповідно + 3,24 та + 4,5 при $НІР_{05} = 2,21$. В другому наборі істотно високими ефектами ЗКЗ за врожайністю виділилися 9 ЧС ліній. Максимальним ефектом ЗКЗ за врожайністю характеризувалися лінії 0407 і 0409 - значення ξ_1 відповідно склали + 7,96 та + 7,58 при $НІР_{05} = 2,52$.

Із 38 ЧС ліній двох наборів, що схрещувалися в системі Бетаінтеркросу в 1995-1997 рр. з запилювачами веселоподільської селекції, високу комбінаційну здатність за врожайністю проявили 11 ЧС ліній, що складає 28,9 %. В даному наборі ЧС ліній некомбінаційно-здатними виявилися 10 ліній (26,3 %). ЗКЗ решти 17 ЧС ліній (44,8 %) істотно не відрізнялися від нуля, тобто вклад адитивних генів материнських форм в продуктивність гібридів у них був несуттєвим.

За ознакою цукристості лише одна ЧС лінія 9309 із першого набору мала істотно високий ефект ЗКЗ, що складав величину + 1,59 при $НІР_{05} = 1,11$.

В другому наборі ЧС ліній комбінаційно-цінними за цукристістю виявилися три лінії (ξ_1 9405 = + 3,78, ξ_1 9408 = + 4,74, ξ_1 9432 = + 2,78). Істотно високими ефектами ЗКЗ за двома елементами продуктивності - цукристістю і врожайністю - характеризувалася лише одна ЧС лінія - 9432. У решти ліній високий адитивний ефект за однією однакою супроводжувався низьким або незначним ефектом ЗКЗ - за іншою ознакою.

ЗКЗ за цукристістю запилювачів ВПА і ВПБ, які були протестовані на фоні 28 ЧС ліній на Веселоподільській дослідно-селекційній станції, була невисокою і істотно не відрізнялася від середньопопуляційного (відносно ξ_j ВПА = + 0,14, ξ_j ВПБ = - 0,14, при $НІР_{05} = 0,69$), тобто вони були рів-

ноціями в генетичному відношенні.

За цукристістю із 88 ліній в дослідях 1995-1997 років високими адитивними ефектами характеризувалися 4 материнські форми, що складає 10,5 %.

Аддитивний ефект генів батьківських форм (від'ємний, нульовий або позитивний) при схрещуванні успадковується гібридом F_1 завжди. Проте ефект зверхдомінування залежить від кількості гетерозисних локусів, що впливає на ознаку продуктивності.

Величина, яка характеризує неадитивний ефект між генотипами батьківських форм в конкретній комбінації, називається специфічною комбінаційною здатністю (СКЗ). В польовому експерименті вона визначається як відхилення показника певної кількісної ознаки від очікуваних адитивних ефектів генотипів обох батьківських ліній досліджуваного гібрида.

Ефекти і варіанси СКЗ за утилітарними ознаками ЧС ліній і запилювачів наведені в таблицях 3-5.

Таблиця 3

Ефекти і варіанси специфічної комбінаційної здатності за врожайністю і цукристістю ЧС ліній і запилювачів (1 набір), ВПДСС, 1996 р.

ЧС лінії	Ефекти специфічної комбінаційної здатності (S_{ij}) з запилювачем			Варіанса СКЗ σ^2_{sij}
	ВП1	ВП2	ВП3	
1	2	3	4	5
В р о ж а й н і с т ь				
9301	6,0 *	- 5,9	- 0,1	39,5
9302	7,3 *	11,9 *	-19,2	285,7
9303	13,0 *	9,4 *	- 22,4	307,7
9304	- 4,4	9,3 *	- 4,9	162,6
9305	9,1	5,1	-14,2	178,15
9306	4,5	- 8,5	+ 5,0	60,7
9307	12,4 *	4,9	-17,3 *	174,75
9308	3,0	- 10,5	+ 13,5 *	365,25
9309	5,5	- 3,4	- 2,1	38,75
9310	2,9	7,2 *	-10,1	69,85
σ^2_{sij}				160,95

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
Цукристість				
9301	- 2,2	- 1,8	4,0 *	8,9
9302	3,7 *	- 0,9	- 2,8	7,5
9303	2,9	- 1,5	+ 1,4	4,3
9304	- 1,4	0,0	+ 1,4	1,9
9305	0,9	- 3,6	+ 2,7	4,5
9306	0,6	- 1,1	+ 0,5	3,2
9307	4,7 *	0,4	- 4,3	9,0
9308	0,2	- 3,0	3,2 *	7,1
9309	- 1,8	- 2,4	4,2 *	9,4
9310	2,1	- 1,0	- 1,0	3,1
MS^2_{Sij}				5,89

Таблиця 4

Ефекти і варіанси специфічної комбінаційної здатності за врожайністю ЧС ліній і запилювачів (П набір), ВПДСС, 1997 р.

ЧС ліній	Ефекти специфічної комбінаційної здатності (S_{ij}) з запилювачем		Варіанса $CK36^2_{Sij}$
	ВПА	ВПБ	
1	2	3	4
9401	- 1,79	+ 1,79	6,44
9402	0,83	- 0,83	1,98
9403	- 2,92	+ 2,92	17,05
9404	- 1,67	1,67	5,58
9405	+ 3,71 *	- 3,71	27,46
9406	+ 2,33	- 2,33	10,86
9407	- 0,92	+ 0,92	1,69
9408	- 1,54	1,54	4,77
9409	3,46 *	- 3,46	23,88
9410	- 8,04	8,04 *	129,43
9411	+ 2,21	- 2,21	9,73
9412	+ 5,58 *	- 5,58	62,28

Продовження таблиці 4

1	2	3	4
9413	+ 3,46 ^x	- 3,46	23,88
9414	- 1,92	1,92	7,37
9415	- 1,54	1,54	4,77
9421	- 2,04	2,04	8,36
9422	- 0,17	0,17	0,06
9423	+ 0,71	- 0,71	1,00
9424	0,04	0,04	0,0
9425	- 3,42	3,42 [*]	23,30
9426	2,08	- 2,08	8,66
9427	0,83	- 0,83	1,38
9428	7,33 [*]	- 7,33	107,47
9429	- 4,54	+ 4,54	41,31
9430	- 4,17	4,17 [*]	34,77
9431	0,21	- 0,21	0,08
9432	4,58 [*]	- 4,58	41,96
9433	- 2,54	2,54	12,95
\sum_{ij}^2			22,07

Таблиця 5

Ефекти і варіанси специфічної комбінаційної здатності за цукристістю ЧС ліній і запилювачів (П набір) ВПДСС, 1987 р.

ЧС ліній	Ефекти специфічної комбінаційної здатності (S_{ij}) з запилювачем		Варіанса $СКЗ_{ij}^2$
	ВПА	ВПБ	
1	2	3	4
9401	0,61	- 0,61	0,74
9402	- 0,39	+ 0,39	0,31
9403	0,61	- 0,61	0,74
9404	- 0,14	+ 0,14	0,04
9405	- 1,64	1,64	5,40
9406	- 0,64	0,64	0,83
9407	- 0,52	0,52	0,54
9408	3,73 ^x	- 3,73	27,86

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
9409	+ 0,89	+ 0,89	1,59
9410	+ 0,11	- 0,11	0,02
9411	+ 2,48 *	- 2,48	12,32
9412	1,86	- 1,86	6,90
9413	- 2,14	2,14 *	9,18
9414	0,86	- 0,86	1,47
9415	+ 0,86	- 0,86	1,47
9421	- 3,27	3,27 *	21,36
9422	- 0,02	0,02	0,0
9423	2,11	- 2,11	6,88
9424	- 3,39	+ 3,39 *	23,02
9425	1,23	- 1,23	3,04
9426	4,73 *	- 4,73	44,79
9427	- 0,67	+ 0,67	0,83
9428	- 0,02	+ 0,02	0,0
9429	- 1,27	+ 1,27	3,21
9430	- 2,52	+ 2,52 *	12,08
9431	- 2,52	+ 2,52 *	12,68
9432	- 1,14	+ 1,14	2,61
9433	+ 1,98 *	- 1,98	7,86
Me ² sij			7,51

Як показав аналіз, високу специфічну взаємодію з запилювачем ВП1 за врожайністю виявили чотири ЧС лінії (умовні номери 9302, 9303, 9305 та 9307), з запилювачем ВП2 - три ЧС лінії (умовні номери 9302, 9303, 9304), а з запилювачем ВП3 - лише одна ЧС лінія - 9308.

За цукристістю з запилювачем ВП3 виявили три ЧС лінії з істотно високими ефектами СКЗ (9301, 9308, 9309), з запилювачем ВП1 - дві ЧС лінії (9302 та 9307), а з запилювачем ВП2, що поєднував добру ЗКЗ за врожайністю і цукристістю одночасно, не виявлено комбінації з високими специфічними ефектами.

ЧС лінії 9302 і 9307 характеризувалися істотно високими ефектами СКЗ на фоні запилювача ВП1 як за врожайністю, так і за цукристістю одночасно, а у ЧС лінії 9308 - високі ефекти СКЗ за обома ознаками (за врожайністю

S_{ij} = + 23,5, за цукристістю + 3,2) виявлені на фоні запилювача ВПЗ. В інших комбінаціях схрещування співпадіння високої СКЗ за врожайністю і високої СКЗ за цукристістю не було.

В другому наборі ліній за ознакою врожайності (таблиця 4, 2, 3) виявили шість комбінацій з істотно високими СКЗ на фоні запилювача ВПА і чотири комбінації - на фоні запилювача ВПБ. Чотири ЧС ліній вітчизняного походження (9405, 9409, 9413) показали значимі ефекти СКЗ від + 3,46 до + 5,58, проте найвищий ефект СКЗ отриманий з ЧС лінією іноземного походження 9428 (S_{ij} = + 7,33). З запилювачем ВПБ виявили високу специфічну взаємодію з трьома іноземними ЧС лініями (9425, 9429 і 9430) і однією (9410) - вітчизняної селекції.

За ознакою цукристості в другому наборі (таблиця 4, 2, 4) високу СКЗ з запилювачем ВПА виявили ЧС лінії 9408, 9411, 9426 та 9433, причому дві останні - іноземної селекції. На фоні запилювача ВПБ добрі специфічні комбінації отримали з п'ятьма ЧС лініями (умовні номери 9414, 9421, 9424, 9429 і 9430). Запилювач ВПБ краще комбінувався з ЧС лініями іноземного походження (чотири комбінації).

Необхідно відмітити, що з усіх ліній другого набору, які характеризувалися високими ефектами СКЗ, лише одна ЧС лінія 9430 поєднувала здатність добре комбінуватися з запилювачем ВПБ за обома елементами продуктивності (S_{ij} за врожайністю + 4,17, за цукристістю + 2,52).

Таким чином, можна констатувати, що за допомогою генетико-статистичного аналізу експериментальних даних виявлені материнські та батьківські форми з високою загальною і специфічною комбінаційною здатністю. Селекційне покращення ліній з високим адитивним ефектом можливе за фенотипом. Високі адитивні ефекти компонентів схрещування за обома елементами продуктивності, як правило, не співпадають. Запилювач ВПЗ і ЧС лінія № 9432 поєднують високу СКЗ за врожайністю і цукристістю одночасно, що дозволяє отримувати на їх основі високопродуктивні гібриди.

Лінії з високими ефектами зверхдомінування можна використати лише в специфічних комбінаціях з вітчизняними і зарубіжними матеріалами. У чотирьох ЧС ліній виявлено співпадіння істотно високих ефектів СКЗ за ознаками врожайності і цукристості.

Вивчення компонентів схрещування за ознаками загальної і специфічної комбінаційної здатності сприяє цілеспрямованому формуванню високопродуктивних гібридів на основі використання явища гетерозису.

Знаючи ефекти ЗКЗ і СКЗ ліній, введених в систему односторонніх циклічних схрещувань, можна пояснити, який тип генних взаємодій переважає при формуванні гетерозисного ефекту - адитивний чи неадитивний:

$$V_{ij} = g_i + g_j + S_{ij}$$

де: V_{ij} - гетерозисний ефект,

g_i, g_j - адитивні ефекти материнської і батьківської форм,

S_{ij} - ефекти взаємодії компонентів схрещування.

Сумарний ефект різних типів генних взаємодій і визначає гетерозисний ефект гібридів, одержати який прагне кожний селекціонер.

Література

Тарутіна Л.А., Хотилева Л.В. Взаимодействие генев при гетерозисе // Минск: Наука і техника, 1980. - 173 с.

Савченко В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях // Минск: Наука и техника, 1984. - 223 с.

Турбин Н.В., Хотилева Л.В. О принципах и методах селекции на комбинационную способность // Гетерозис. - Минск: Изд. АН ВССР, 1981. - С. 59-110.

Турбин Н.В., Хотилева Л.В., Тарутіна Л.А. Диаллельный анализ в селекции растений // Минск: Наука и техника, 1974. - 184 с.

Сухопутский А.А. Изучение комбинационной способности различных форм сахарной свеклы // Наука-производству. - Воронеж. - 1975. - С. 12-17.

Федин М.А., Драгавцев В.А. Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. - М.: ВНИИТЭИ сельхоз, 1973. - 114 с.