

ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА СОРТООБРАЗЦОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО ПРИЗНАКУ «ПЛОЩАДЬ КОРЗИНКИ» В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С.А. ГУСЕВА¹, О.С. НОСКО¹, С.П. КУДРЯШОВ², В.Н. ЧЕХОНИН²

¹ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

²ФАНЦ «НИИСХ Юго-Востока»

*В статье представлены результаты трехлетнего изучения комбинационной способности сортообразцов подсолнечника (*Helianthus annuus*L.) по признаку «Площадь корзины» методом топкросса. Опыт был проведен на базе ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2016–2018 гг. Повторность – трехкратная. Густота стояния растений – 4,5 на 1 м². Площадь учетной делянки – 7,7 м² (2 ряда длиной 5,5 м; ширина междурядий – 70 см). Исходным материалом для исследования послужили 43 образца отечественной и зарубежной селекции. В качестве тестеров использовали 3 стерильные линии (КСП232, КСП228, ЮВ166).*

Метеоусловия в годы проведения опыта складывались по-разному. гидротермический коэффициент (май-август) в 2016 г. составил 0,481, в 2017 г. – 0,975, в 2018 г. – 0,521. Выявлены сортообразцы подсолнечника с высокими эффектами ОКС: 2016 г. – Вейделевский, Мэлин, Крепыш, Фортими; 2017 г. – Патриот, Фортими; 2018 г. – Шолоховский, Фортими. Относительно стабильные высокие эффекты ОКС отмечены у генотипа Фортими.

Наибольшую дисперсию СКС за 3 года опыта зафиксировали у образца Любо, а у генотипа Фортими – относительно высокие и стабильные показатели, что может послужить основанием вовлечения данных образцов в скрещивание для создания высокогетерозисных гибридов по изучаемому признаку.

Среди тестеров высокий эффект ОКС отметили у ЮВ166, а высокую вариацию – у КСП228.

Эффекты СКС экспериментальных гибридов варьировали по годам. Высокие показатели выявлены у комбинации скрещивания КСП232/Любо в годы с повышенной влажностью в начале вегетации. Комбинация скрещивания КСП228/Любо демонстрировала высокие эффекты СКС в годы, контрастные по влагообеспеченности (2017, 2018). Невысокие, но стабильно положительные значения в различных условиях внешней среды показали экспериментальные гибриды: КСП228/Крепыш; ЮВ166/Светлана; КСП232/Степной 81; КСП228/Патриот; ЮВ166/Фортими; КСП228/ЮВС3; ЮВ166/ЮВС3.

По соотношению средних квадратов отклонений ОКС/СКС было установлено превалирование аддитивных эффектов генов над доминантными.

Ключевые слова: подсолнечник, комбинационная способность, площадь корзины, эффект ОКС, дисперсия СКС, эффект СКС, гибрид F1.

Введение

В большинстве случаев оценка генотипов подсолнечника производится по двум основным признакам: урожайность семян и содержание жира в них. Тем не менее его селекция проводится и по комплексу других признаков: период вегетации, высота растений, фотосинтетический потенциал, размер соцветия, масса 1000 семян, лужистость и т.д., так как урожайность и содержание жира в семенах зависят не от конкретного признака, а от их совокупности [19].

Значимым признаком, влияющим на урожайность семян, является площадь корзинки. Ученые Индии и Болгарии установили, что с ее размером связаны такие важные показатели, как количество семян в корзинке ($r = 0,66$), масса 1000 семян ($r = 0,56$), маслянисть семян ($r = 0,40$) [2, 3]. Российскими учеными также выявлена и достоверная положительная корреляционная связь между количеством семян и размером корзинки, а также между ее размером и урожайностью [7, 8]. На образование соцветия, величину и будущее число семян влияют генотип, его отзывчивость на условия возделывания, а также различные факторы окружающей среды: погодные условия, технология обработки почвы, загущенность посевов и т.д. [6, 11, 15, 17].

Выявлена отрицательная корреляционная зависимость размера соцветия от густоты стояния растений ($r = -0,98$), что в итоге отражается на урожайности [18]. Тем не менее генотипы, имеющие слишком большую корзинку, обладают и отрицательными свойствами – такими, как длительное созревание, большая подверженность заболеваниям. Крупное соцветие подсолнечника свойственно кондитерским и кормовым сортам, для маслянистых характерен средний размер корзинки (20–25 см) [6, 12, 15].

При создании адаптивного генотипа, который бы имел высокий потенциал продуктивности для широкого ареала возделывания, а также для создания гибридов с высоким эффектом гетерозиса по тому или иному признаку необходимо учитывать факторы, детерминирующие урожайность семян, и располагать эффективными генетическими донорами нужного признака. Следовательно, важно выявить исходные формы с высокой комбинационной способностью, а также необходим хорошо изученный исходный материал [4, 14], что позволит ускорить процесс отбора и снизить затраты труда выбраковкой бесперспективных образцов. Основным способом диагностики является оценка комбинационной способности, которая подразделяется на общую (ОКС) и специфическую (СКС) в тестерных скрещиваниях [12, 13]. Потомства с высокой оценкой ОКС включают в дальнейшем в диаллельные скрещивания для определения специфической комбинационной способности. По сведениям некоторых ученых, некоторые генотипы значительно реагируют на изменение условий окружающей среды, и как следствие – наблюдаются отличия в оценке ОКС и СКС (ОКС в меньшей степени, чем СКС) [1, 4, 5]. Поэтому при оценке сортообразцов и их комбинационной способности необходимо учитывать изменчивость абิโอ-логических факторов [20].

Цель исследований: изучение комбинационной способности исходного материала подсолнечника по площади корзинки, расчет эффектов СКС полученных экспериментальных гибридов и определение генетического контроля признака.

Материал и методы исследований

Посев проводили на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в трехкратной повторности. Предшественником служил черный пар. Густота стояния растений – 4,5 на 1 м². Площадь учетной делянки – 7,7 м² (2 ряда длиной 5,5 м; ширина междурядий – 70 см). Размещение – рендомизированное. На фоне внесения почвенного гербицида «гезагард» (доза – 3л/га, расход рабочей жидкости – 250 л/га) производили одну междурядную обработку культиватором КРН-2,8.

При оценке комбинационной способности сортообразцов и линий методом топкросса все исследуемые образцы скрещиваются с общим тестером, количество

которых должно быть не менее 2 [16, 17]. В наших исследованиях использовали 3 тестера: стерильные линии КСП232, КСП228 и ЮВ166.

Диаметр корзинки измеряли в фазу физиологической спелости, через 2 недели после окончания цветения. Площадь корзинки рассчитывали математически по формуле: $S = \pi r^2$.

Для статистической обработки результатов использовали однофакторный дисперсионный анализ методом рандомизированных блоков, а также расчет коэффициента корреляции и корреляционного отношения [10]. Для оценки тесноты связи использовали шкалу Чеддока.

Комбинационную способность компонентов скрещиваний оценивали по методу топкросса [16]. Статистическую обработку экспериментальных результатов исследований выполняли с помощью программ Excel и AGROS2.09.

Результаты и их обсуждение

При изучении взаимосвязей признаков подсолнечника была выявлена статистически значимая корреляция между площадью корзинки и массой семян с корзинки ($r = 0,78$), что согласуется с исследованиями А.Р. Pattak, М.У. Kukodia, В.А. Kupadia и D. Petacova (рис. 1). Кроме того, для более полной характеристики линейной зависимости был произведен расчет корреляционного отношения (η). Всегда имеет место соотношение $\eta \geq r$, при линейной зависимости корреляционное отношение тождественно коэффициенту корреляции ($r = \eta$). В наших расчетах $\eta = 0,81$, а разница с коэффициентом корреляции составила 0,03, что практически равно нулю. Следовательно, между размером корзинки и массой семян с корзинки существует значимая линейная взаимосвязь, и при селекции на продуктивность не стоит пренебрегать изучаемым признаком.

Наиболее ценными являются генотипы, сочетающие в себе высокие значения общей и специфической комбинационной способности и характеризующиеся стабильностью высоких оценок в разных условиях окружающей среды. При этом формы, проявляющие высокие эффекты ОКС, рекомендуют использовать в селекции синтетических популяций, а высокую дисперсию СКС – для создания высокогетерозисных гибридов.

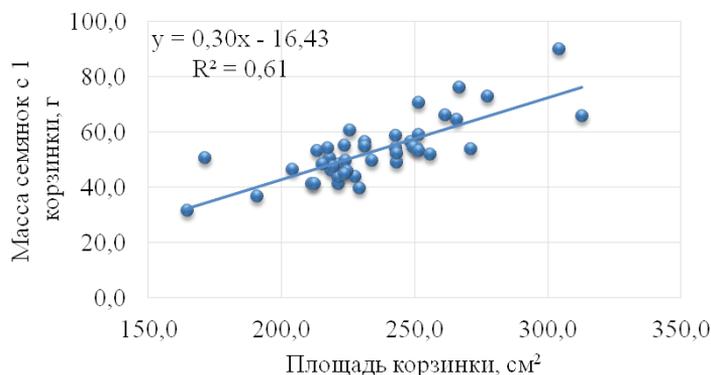


Рис. 1. Взаимосвязь площади корзинки и массы семян с 1 корзинки, 2016–2018 гг. (по горизонтальной оси отмечены значения площади корзинки, см², по вертикальной – масса семян с корзинки, г, – продуктивность)

Примечание. $F_{\text{факт}} = 63,02^*$, $sb = 0,037$, $sy = 6,97$, $\alpha = 8,07214E-10 = 0,000081 < 0,05$.

$*F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ (здесь и далее).

Метеоусловия в годы проведения опыта складывались по-разному. Максимальное количество осадков в вегетационный период выпало в 2017 г. ($\Sigma = 222$ мм), что значительно превысило средние многолетние данные. Разница между 2016 г. ($\Sigma = 123$ мм) и 2018 г. ($\Sigma = 133$ мм) была несущественной. Тем не менее в 2018 г. первая треть периода вегетации подсолнечника была значительно более засушливой, чем в 2016 г. (42 мм и 86 мм соответственно), а основная доля осадков пришлась на июль. Август в течение всех трех лет исследований был засушливым, а количество атмосферных осадков – значительно ниже многолетних данных.

В первой половине вегетации 2017 г. средняя температура была ниже средней многолетней. Наиболее жарким месяцем в 2016 и 2018 гг. был июль, а в августе максимальная средняя температура зафиксирована в 2016 г. (на 4,9 °С выше средних многолетних данных). Гидротермический коэффициент периода вегетации в 2016 г. составил 0,481, в 2017 г. – 0,975, в 2018 г. – 0,521. Исследования этого же периода в других научных учреждениях показали, что в соответствии с индексом условий среды 2016 г. (–6,58) был наиболее неблагоприятным для выращивания подсолнечника, а противоположным ему был 2017 г. (9,66) [9].

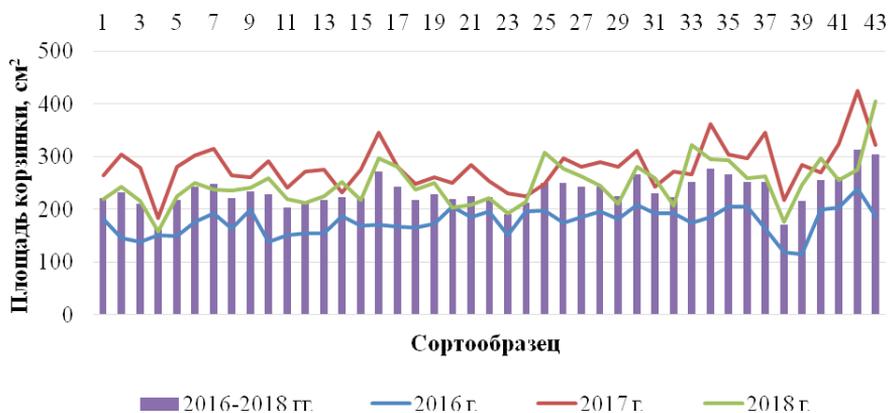


Рис. 2. Площадь корзинок сортообразцов подсолнечника, см², 2016–2018 гг.
Примечание. 1) Саратовский 20; 2) УН 1305; 3) Фотон; 4) Белгородский 94; 5) Богучарец; 6) Сладена; 7) Степной 81; 8) Вейделевский 99; 9) Посейдон 625; 10) Беркут; 11) УН 1304; 12) Оракул; 13) Шолоховский; 14) Вейделевский; 15) Воронежский 638; 16) Орлан; 17) Олигарх; 18) Надежда; 19) Светлана; 20) PR62A91; 21) Юпитер; 22) Континент; 23) Харьковский 49; 24) Махаон; 25) Мэлин; 26) Крепыш; 27) Любо; 28) Махаон 40; 29) Эверест; 30) Армони; 31) Рокки; 32) ЮВС-3; 33) Натали; 34) Крупняк; 35) Изабелла; 36) Фортими; 37) Тутти; 38) Мартын; 39) Оливер; 40) Старбелла; 41) Белла; 42) Патриот; 43) УН 1313.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа сортообразцов подсолнечника по признаку «Площадь корзинок», 2016–2018 гг.

Сортообразец	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016–2018 гг.
Среднее, см ²	176,5	280,54	247,76	234,57
F _{факт}	11,25*	4,33*	11,82*	3,17*
HCP _{0,05}	21,73	56,27	36,25	43,57

При оценке изучаемого признака у родительских форм (опылители) в течение трех лет опыта отметили их изменчивость в зависимости от года испытаний (рис. 2, табл. 1). Наиболее низкие значения признака отцовских форм выявили в 2016 г. (интервал варьирования составил 115,5...238,6 см²), высокие – в 2017 г. (183,1...424,1 см²). Крупную корзинку формировали сортообразцы Патриот, УН1313, Орлан, Крупняк; мелкую – Белгородский 94, Мартын, Харьковский 49. Невысокие, но относительно стабильные значения признака по годам наблюдали у образцов Белгородский 94, Махаон, PR62A91, Посейдон 625.

Размах варьирования и средние значения признака тестеров также значительно различались по годам: разница между контрастными 2016 г. и 2017 г. составила 63,4%. Минимальный размер соцветия отметили у линии КСП232 в 2016 г., максимальный – у КСП228 в 2017 г. В среднем за 3 года крупную корзинку формировал тестер КСП228.

Выявлена значительная изменчивость эффектов ОКС по годам. Так, экстремумы значений составили: 2016 г. – (min = –24,82), (max = 31,01); 2017 г. – (min = –42,23), (max = 86,07); 2018 г. – min (= –54,99), max (= 43,98); средние за 3 года – (min = –27,76); max (= 39,97) (табл. 3).

В среднем за 2016–2018 гг. высокие значения констатировали у генотипа Фортими, демонстрировавшего все 3 года относительно высокие показатели. Значимую реакцию на сложившиеся метеоусловия и другие факторы внешней среды выявили у генотипа Патриот, показавшего максимальный эффект ОКС (86,07) во влажный 2017 г., но в остальные годы показатели были отрицательными. Существенную разницу оценки эффектов зафиксировали также у сортообразцов: Вейделевский 99; Натали; Шолоховский; Крупняк; Вейделевский; Любо; Бэлла; Изабелла; Крепыш; ЮВС3; УН1313; Махаон; Степной 81. У образца Сладёна установили относительно высокие эффекты ОКС в годы с повышенной влажностью в начале вегетации. Также выявлены образцы, демонстрировавшие стабильные низкие эффекты ОКС (УН1305, Посейдон 625, Белгородский 94, Светлана, Юпитер, Континент). Поскольку селекция подсолнечника ведется в разных направлениях (производство масла, кормопроизводство, кондитерские, технические цели), то низкая комбинационная способность по изучаемому признаку также может быть использована в скрещиваниях.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа тестеров по признаку «Площадь корзинки», см², 2016–2018 гг.

Годы	Тестер			Среднее
	КСП232	КСП228	ЮВ166	
2016	91,6	132,7	134,7	119,7
2017	181,4	211,1	174,3	188,9
2018	151,7	191,0	158,3	167,0
2016–2018	141,6	178,3	155,8	158,5
F _{факт}	19,35*			-
НСР _{0,05}	31,59			-

Таблица 3

Эффекты ОКС сортообразцов подсолнечника по площади корзинки, 2016–2018 гг.

Сортообразец	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Сластена	18,18	24,51	-8,92	11,27
Степной 81	-4,59	-24,69	15,15	-4,69
Саратовский 20	6,94	-9,56	11,81	3,07
УН 1305	-6,02	-22,36	-54,99	-27,76
УН 1313	18,68	-9,13	4,61	4,71
Вейделевский 99	-10,36	23,14	-10,35	0,81
Посейдон 625	-7,32	-14,36	4,95	-5,59
Фотон	-8,22	1,04	-3,79	-3,63
Натали	13,48	-5,39	21,51	9,87
Белгородский 94	-20,86	-13,03	-5,05	-12,96
Махаон	5,98	-18,09	-28,39	-13,49
Шолоховский	-1,32	5,21	35,68	13,21
Крупняк	1,54	20,11	-4,85	5,61
Вейделевский	29,91	-42,23	14,38	0,64
Мэлин	31,01	-9,36	14,45	12,04
Крепыш	22,44	-2,59	-10,29	3,21
Олигарх	-11,32	-5,96	2,81	-4,86
Любо	-23,59	19,14	-0,92	-1,83
Светлана	-6,96	1,54	-9,02	-4,83
Изабелла	-21,52	22,51	-5,92	-1,63
Белла	-7,86	-12,93	15,51	-1,79
Юпитер	-7,86	-4,63	-9,62	-7,39
Континент	-24,82	-30,39	-28,12	-27,76
Фортими	24,28	51,64	43,98	39,97
Патриот	-11,86	86,07	-0,89	24,44
ЮВС-3	2,08	-30,23	-3,75	-10,63
НСР _{0,05}	9,63	12,71	11,74	8,32
Эффекты ОКС тестеров				
КСП232	-4,7423	11,0026	-1,20	1,69
КСП228	-0,5615	-7,7128	-3,14	-3,81
ЮВ166	5,3039	-3,2898	4,34	2,12

Среди тестеров варьирование эффектов составило $-7,71 \dots 11,00$. Максимальный показатель отметили у линии КСП232 г., а минимальный – у КСП228 в 2017. В среднем за 3 года высокий эффект ОКС зафиксировали у линии ЮВ166, низкий – у КСП228.

Экстремумы значений дисперсии СКС составили: 2016 г. – ($\min = 0,58$), ($\max = 1825,78$); 2017 г. – ($\min = 33,45$), ($\max = 5106,07$); 2018 г. – ($\min = 2,04$), ($\max = 2656,66$); средние за 3 года – ($\min = 21,14$); ($\max = 2425,12$) (табл. 4).

Выявлены сортообразцы с высокой вариансой: 2016 г. – Саратовский 20, Крепыш, Олигарх, Фортими; 2017 г. – Любо; 2018 г. – Любо, ЮВС3; среднее за 2016–2018 гг. – Любо, Фортими, ЮВС3. В течение трех лет исследования у образца Любо фиксировали значимую дисперсию СКС, и его можно рекомендовать для селекции высокогетерозисных гибридов. ЮВС3 показал довольно высокие результаты в 2017 и 2018 гг. У генотипа Фортими выявлены высокие и выше среднего показатели в течение всех лет проведения опыта. Установлено, что образцы, проявляющие значимые эффекты ОКС и дисперсию СКС, могут использоваться в селекции как синтетических сортов, так и высокогетерозисных гибридов. В нашем опыте таковым является генотип Фортими. Образцы, показавшие при их изучении высокие значения признака (Патриот, УН1313, Крупняк), не выделились при оценке комбинационной способности.

В процессе изучения источников литературы выявлено, что некоторые генотипы значимо реагируют на изменение условий окружающей среды, и как следствие – наблюдаются отличия в оценке ОКС и СКС (ОКС в меньшей степени, чем СКС). В результате изучения комбинационной способности сортообразцов подсолнечника в различных погодных условиях была выявлена значимая реакция на факторы окружающей среды по обоим параметрам. У большинства генотипов наблюдались существенные различия в оценке ОКС и СКС по годам (табл. 3, 4).

Варьирование дисперсии СКС тестеров находилось в пределах $341,63 \dots 925,17$. Минимальное и максимальное значения выявили у линии ЮВ166 в разные годы опыта, но в среднем высокие значения дисперсии зафиксировали у тестера КСП228.

Для выявления перспективных тестерных гибридов подсолнечника используют оценку эффектов СКС. Высокие значения зафиксировали у следующих тестерных гибридов: в 2016 г. – КСП232/Любо, КСП228/Саратовский20, КСП228/Крепыш, ЮВ166/Фотон; в 2017 г. – у комбинаций скрещивания КСП232/Фотон, КСП232/Любо, КСП232/Юпитер, КСП228/Натали, КСП228/Олигарх, КСП228/Любо, ЮВ166/Крупняк, ЮВ166/Фортими, ЮВ166/Изабелла, ЮВ166/Белла; в 2018 г. – у комбинаций скрещивания КСП232/Степной81, КСП228/Любо, КСП228/Изабелла КСП228/ЮВС3, ЮВ166/Шолоховский (рис. 3–5).

Значительный эффект СКС был выявлен у комбинации скрещивания КСП232/Любо в годы с повышенной влажностью в начале вегетации, а в 2018 г. у этой формы были отмечены средние значения. Экспериментальный гибрид КСП228/Любо демонстрировал высокий эффект СКС в 2017 и 2018 гг., но в 2016 г. показатели были отрицательными. Невысокие, но относительно стабильные положительные значения эффекта СКС в различных условиях внешней среды выявили у экспериментальных гибридов: КСП228/Крепыш, ЮВ166/Светлана, КСП232/Степной 81, КСП228/Патриот, ЮВ166/Фортими, КСП228/ЮВС3 и ЮВ166/ЮВС3.

По отношению среднеквадратических отклонений общей и специфической комбинационной способности можно установить преобладающее влияние эффекта генов. В течение трех лет исследования частное средних квадратов отклонений ОКС и СКС было больше единицы ($ms_{\text{ОКС}}/ms_{\text{СКС}} > 1$), что указывает на превалирование аддитивного эффекта генов над доминантным: 2016 г. – $804,03/644,91 = 1,25$; 2017 г. – $2216,98/1250,15 = 1,77$; 2018 г. – $1193,87/925,19 = 1,29$.

Таблица 4

Дисперсия СКС сортообразцов подсолнечника по площади корзины, 2016–2018 гг.

Сортообразцы	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Сластена	45,45	1522,48	799,32	789,08
Степной 81	949,12	33,45	724,88	569,15
Саратовский 20	1602,01	249,60	1157,94	1003,18
УН 1305	70,07	66,26	453,45	196,59
УН 1313	0,59	694,16	725,30	473,35
Вейделевский 99	237,03	722,89	169,68	376,53
Посейдон 625	291,31	527,24	157,47	325,34
Фотон	917,19	2873,82	329,61	1373,54
Натали	99,26	2296,98	751,62	1049,29
Белгородский 94	171,93	922,50	927,46	673,96
Махаон	548,26	495,46	1460,43	834,72
Шолоховский	454,24	375,84	1788,24	872,77
Крупняк	125,80	2588,67	1289,04	1334,50
Вейделевский	609,37	833,61	111,68	518,22
Мэлин	794,39	321,74	736,44	617,52
Крепыш	1825,78	416,79	2,04	748,20
Олигарх	122,93	1500,76	386,32	670,00
Любо	1736,86	5106,07	2193,14	3012,02
Светлана	824,59	640,07	726,31	730,32
Изабелла	804,11	2549,86	1152,62	1502,20
Белла	452,05	820,93	652,38	641,79
Юпитер	929,24	1185,18	1309,95	1141,46
Континент	561,29	356,01	441,44	452,91
Фортими	1379,04	1446,72	1172,42	1332,73
Патриот	124,16	851,86	852,64	609,55
ЮВС-3	447,31	1854,36	2656,67	1652,78
Среднее	620,13	1202,05	889,56	903,90
Дисперсия СКС тестеров				
КСП232	412,59	887,09	558,70	261,11
КСП228	535,64	688,00	689,12	340,39
ЮВ166	341,63	925,17	602,46	331,76

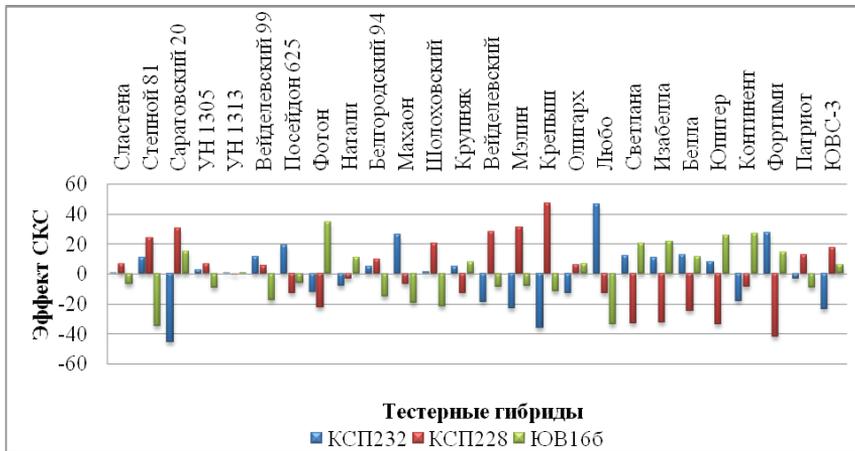


Рис. 3. Эффект СКС тестерных гибридов подсолнечника по площади корзинок, 2016 г.

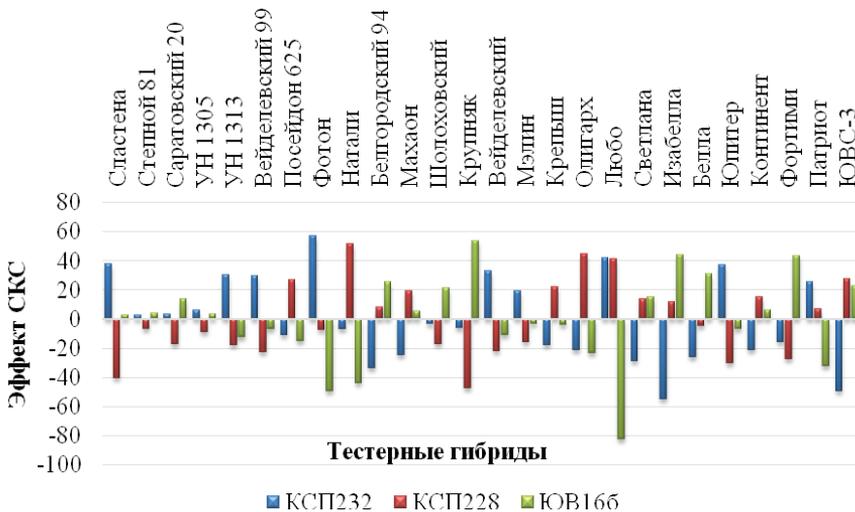


Рис. 4. Эффект СКС сортообразцов подсолнечника по площади корзинок, 2017 г.

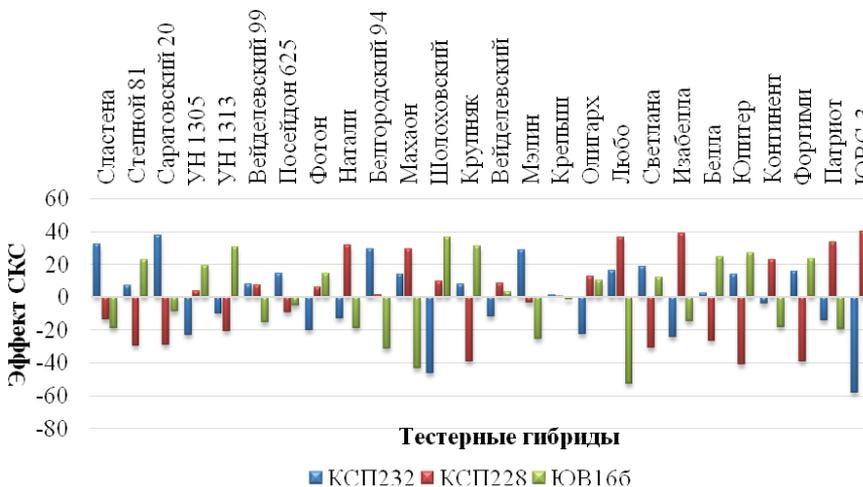


Рис. 5. Эффект СКС сортообразцов подсолнечника по площади корзинок, 2018 г.

Выводы

Исследования, проводившиеся в течение трех лет, позволили выявить значимое варьирование площади корзинки сортообразцов подсолнечника и полученных экспериментальных гибридов. При этом выделили генотипы с высокими эффектами ОКС: 2016 г. – Вейделевский, Мэлин, Крепыш, Фортими; 2017 г. – Патриот; 2018 г. – Шолоховский, Фортими. Стабильный высокий эффект ОКС на протяжении трех лет исследований был выявлен у генотипа Фортими.

Высокую дисперсию СКС в течение трех лет проведения опыта установили у образца Любо, и его можно рекомендовать для селекции высокогетерозисных гибридов. ЮВСЗ показал средние результаты в 2017 г. и высокие – в 2018 гг. У генотипа Фортими во все годы проведения опыта выявлены высокие и выше среднего показатели. Этот сортообразец может быть использован в селекции подсолнечника для создания синтетических популяций и высокогетерозисных гибридов.

Среди тестеров варьирование эффекта ОКС составило –7,71...11,00. Максимальный показатель отметили у КСП232, а минимальный – КСП228 в 2017. В среднем за 3 года высокий эффект ОКС зафиксировали у ЮВ166, низкий – у КСП228.

Варьирование дисперсии СКС тестеров находилось в пределах 341,63...925,17. Минимальное и максимальное значения выявили у линии ЮВ166 в разные годы опыта, но в среднем самое высокое значение дисперсии зафиксировали у тестера КСП228.

По соотношению средних квадратов отклонений ОКС/СКС было установлено, что аддитивный эффект генов преобладал над доминантным.

Эффект СКС тестерных гибридов варьировал по годам. Высокий эффект СКС был выявлен у комбинации скрещивания КСП232/Любо в годы с повышенной влажностью в начале вегетации. В 2018 г. этот гибрид показал среднее значение. Комбинация скрещивания КСП228/Любо демонстрировала высокий эффект СКС в годы, контрастные по влагообеспеченности (2017, 2018). В 2016 г. показатели были отрицательными. Невысокие, но стабильные положительные значения эффекта СКС в различных условиях внешней среды показали экспериментальные гибриды: КСП228/Крепыш; ЮВ166/Светлана; КСП232/Степной 81; КСП228/Патриот; ЮВ166/Фортими; КСП228/ЮВСЗ; ЮВ166/ЮВСЗ.

Библиографический список

1. Kovachik A., Skaloud V. Combining Ability and Prediction of Heterosis in Sunflower (*H. annuus* L.) // *Scientia Agric.* – 1972. – XX (4). Pp. 263–273.
2. Pattak A.R., Kukodia M.U., Kunadia B.A. Variability and correlation Studies in sunflower // *Gujarat Agricultural University Research Journal.* – 1986. – № 12 (1). – Pp. 68–70.
3. Petacov D. Correlation and heritability of some quantitative characters in sunflower diallel crosses // *Symposium on breeding of oil and protein crops.* Albena: Institute for wheat and sunflower near General Toshevo, Bulgaria. – 1994. – Pp. 162–164.
4. Skoric D., Gerald J. Seiler, Zhao Liu and etc. Sunflower genetics and breeding // *Serbian Academy of Science and Arts, Branch in Novi Sad.* – 2012. – 520 p.
5. Skoric D., Josic S., Molnar L. General [GCA] and specific [SCA] combining abilities in sunflower // *Proc. Of 15th Intern. Sunfl. Conf. Toulouse, France.* – 2000. – Pp. 23–29.
6. Васильев Д.С. Подсолнечник: М. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.
7. Виноградов Д.В., Макарова М.П. Особенности выращивания подсолнечника на маслосемена в условиях Рязанской области // *Вестник КрасГАУ.* – 2015. – № (7). – С. 154–157.

8. Волгин В.В., Обыдало А.Д. Корреляция хозяйственно-биологических признаков между самоопыленными линиями и гибридами подсолнечника // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2015. – № 4 (164). – С. 49–57.
9. Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Оценка экологической пластичности и стабильности крупноплодных сортов подсолнечника // Масличные культуры. – 2019. – № 3 (179). – С. 35–39.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. с основами статистической обработки результатов исследований: М. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
11. Жаркова С.В. Морфометрические показатели подсолнечника в условиях степной зоны. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfometricheskie-pokazateli-podsolnechnika-v-usloviyah-stepnoy-zony> (дата обращения: 02.04.23).
12. Коновалов Ю.Б., Пыльнев В.В., Хуцацария Т.И. Общая селекция растений: М. – СПб.: Лань, 2013. – 480 с.
13. Краснова Л.И., Мордвинцев М.П. Селекция растений и семеноводство: Учебное пособие. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2016. – 151 с.
14. Кротова Л.А., Белецкая Е.Я. Влияние генотипа и среды на комбинационную способность хемомутантов мягкой пшеницы по продуктивности растений // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 10 (19). – С. 12–15.
15. Пустовойт В.С. Подсолнечник: Монография. – М.: Колос, 1975. – 590 с.
16. Савченко В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях: М. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с.
17. Таволжанский Н.П. Теория и практика создания гибридов подсолнечника в современных условиях: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://earthpapers.net/teoriya-i-praktika-sozdaniya-gibridov-podsolnechnika-v-sovremennyh-usloviyah#ixzz777ENZUh5> (дата обращения: 03.11.2022).
18. Тишков Н.М., Дряхлов А.А. Влияние густоты стояния растений на урожайность и качество урожая материнских линий гибридов подсолнечника // Масличные культуры. – 2017. – № 1 (169). – С. 49–57.
19. Шкорич Д., Джеральд Дж. Сейлер, Жао Лью. Генетика и селекция подсолнечника: Монография / Сербская академия наук и искусств, Ассоциация «Селекция и семеноводство подсолнечника». – НТТМ, 2015. – 184 с.
20. Яцюк С.В., Годеева Е.А., Шестакова Н.А. Влияние погодных условий на урожайность гибридов подсолнечника // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 3 (170). – С. 26–29.

STUDYING THE INITIAL MATERIAL OF SUNFLOWER VARIETIES ON THE TRAIT “BASKET’S AREA” UNDER THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

S.A. GUSEVA¹, O.S. NOSCO¹, S.P. KUDRYASHOV²,
V.N. CHEKHONIN², A.V. LEKAREV²

(¹Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum
and Corn, ²Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region)

*The article presents the results of a three-year study of the combinatory ability of sunflower (*Helianthus annuus*L.) varieties on the trait “basket’s area” by the topcross method. The experiment was conducted in 2016–2018 in the fields of Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn. The experiment was repeated three times. The plant density was 4.5 plants per m². The area of the plots was 7.7 m² (two rows 5.5 m long; row spacing was 70 cm). The initial*

material for the study consisted of 43 samples of domestic and foreign selection. Three sterile lines (KSP232, KSP228, SE16b) were used as testers.

The meteorological conditions in the years of the experiment were different. The hydrothermal coefficient (May-August) was 0.481 in 2016, 0.975 in 2017, and 0.521 in 2018. Sunflower varieties with high effects of common combining ability (CCA) were identified: 2016 for Veydelevsky, Melin, Krepysch, Fortimi; 2017 – Patriot, Fortimi; 2018 – Sholohovsky, Fortimi. Relatively stable high effects of CCA were found for the Fortimi genotype.

The variety Lubo had the highest dispersion of specific combining ability (SCA) for three years of the experiment, and the Fortimi genotype had relatively high and stable indicators. These varieties can serve as a basis to create hybrids with high heterosis.

Among the testers, a high effect of CCA was observed in YuV16b, and a high variance in KSP228.

The effects of SCA of experimental hybrids varied from year to year. The cross KSP232/Lubo showed high values in years with higher humidity at the beginning of vegetation. The F1 hybrid KSP228/Lyubo demonstrated high effects of SCA during the years of contrasting moisture availability (2017 and 2018). The experimental hybrids KSP228/Krepysch, YuV16b/Svetlana, KSP232/Stepnoy 81, KSP228/Patriot, YuV16b/Fortimi, KSP228/YuVS3 and YuV16b/YuVS3 showed low but consistently positive values under different environmental conditions.

According to the ratio of the mean squares of the deviations of the CCA/SCA, the additive effects of the genes predominated over the dominant ones.

Key words: sunflower, combining ability, basket's area, effect of CCA, dispersion of SCA, hybrid F1.

References

1. Kovachik A., Skaloud V. Combining Ability and Prediction of Heterosis in Sunflower (*H. annuus* L.). *Scientia Agric.* 1972; XX; (4): 263–273.
2. Pattak A.R., Kukodia M.U., Kunadia B.A. Variability and correlation Studies in sunflower. *Gujarat Agricultural University Research Journal.* 1986; 12 (1): 68–70.
3. Petacov D. Correlation and heritability of some quantitative characters in sunflower diallel crosses. Symposium on breeding of oil and protein crops. Albena, Institute for wheat and sunflower near General Toshevo, Bulgaria, 1994: 162–164.
4. Skoric D., Gerald J. Seiler, Zhao Liuan et al. Sunflower genetics and breeding. Serbian Academy of Science and Arts, Branch in Novi Sad, 2012: 520.
5. Skoric D., Josic S., Molnar L. General [GCA] and specific [SCA] combining abilities in sunflower. Proc. of 15th Intern. Sunfl. Conf., Toulouse, France, June 12–15. 2000: 23–29.
6. Vasiliev D.S. Sunflower. Moscow: Agropromizdat, 1990: 176. (In Rus.)
7. Vinogradov D.V., Makarova M.P. Features of Growing Sunflower for Oilseeds under Ryazan Region Conditions. *Vestnik KrasGAU.* 2015; 7: 154–157. (In Rus.)
8. Volgin V.V., Obydalo A.D. Correlation of Economic and Biological Traits between Self-Pollinated Lines and Sunflower Hybrids. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskiy byulleten' VNIIMK.* 2015; 4 (164): 49–57. (In Rus.)
9. Detsyna A.A., Illarionova I.V., Shcherbinina V.O. Evaluation of Ecological Plasticity and Stability of Large-Fruited Sunflower Varieties. *Maslichnye kul'tury.* 2019; 3 (179): 35–39. (In Rus.)
10. Dospekhov B.A. Methods of Field Experiment. M.: Agropromizdat, 1985: 352. (In Rus.)
11. Zharkova S.V. Morphometric indicators of sunflower under the conditions of the steppe zone. [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/morfometricheskie-pokazateli-podsolnechnika-v-usloviyah-stepnoy-zony> (Access date: 02.04.23). (In Rus.)
12. Konovalov Yu.B., Pyl'nev V.V., Khupatsaria T.I. General Plant Breeding. St. Petersburg: Lan', 2013: 480. (In Rus.)

13. *Krasnova L.I., Mordvintsev M.P.* Plant Breeding and Seed Production. Orenburg: Izdatel'skiy tsentr OGAU, 2016: 151. (In Rus.)
14. *Krotova L.A., Beletskaya E.Ya.* Effect of Genotype and Environment on the Combinative Ability of Chemomutants of Common Wheat Interns of Plant Productivity. *EvrAziyskiy soyuz uchenykh.* 2015; 10 (19): 12–15. (In Rus.)
15. *Pustovoyt V.S.* Sunflower: Monograph. M.: Kolos, 1975: 590. (In Rus.)
16. *Savchenko V.K.* Genetic Analysis in Testcrosses. Minsk: Nauka i tekhnika, 1984: 223 p. (In Rus.)
17. *Tavolzhanskiy N.P.* Theory and Practice of Creating Sunflower Hybrids in Modern Conditions. DSc (Ag) thesis. [Electronic source]. URL: <http://earthpapers.net/teoriya-i-praktika-sozdaniya-gibridov-podsolnechnika-v-sovremennyh-usloviyah#ixzz777ENZUh5> (Access date: 03.11.23). (In Rus.)
18. *Tishkov N.M., Dryakhlov A.A.* Effect of Plant Density for Productivity and Crop Quality of Sunflower Hybrid Maternallines. *Maslichnye kul'tury.* 2017; 1 (169): 49–57. (In Rus.)
19. *Shkorich D., Gerald J. Seiler, Zhao Liu et al.* Sunflower Genetics and Breeding. International Monograph. Serbskaya akademiya nauk i iskusstv, Assotsiatsiya “Selektsiya i Semenovodstvo Podsolnechnika. NTTM, 2015: 184. (In Rus.)
20. *Yatsyuk S.V., Godeeva E.A., Shestakova N.A.* Effect of Weather Conditions on the Yield of Sunflower Hybrids. *Agrarnyy vestnik Urala.* 2018; 3 (170): 26–29. (In Rus.)

Гусева Светлана Александровна, старший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ФГБНУ РОСНИИСК «Россорго»; Российская Федерация, г. Саратов, 4-й Институтский пр-д, 4; e-mail: guseva76@mail.ru; тел.: +79372504489

Носко Оксана Сергеевна, младший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ФГБНУ РОСНИИСК «Россорго»; Российская Федерация, г. Саратов, 4-й Институтский пр-д, 4; e-mail: ocsananosko@yandex.ru; тел.: +79198373504

Кудряшов Сергей Петрович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории масличных культур ФБГНУ «ФАНЦ Юго-Востока»; Российская Федерация, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7; e-mail: kudr-s-p@yandex.ru; тел.: +79271368243

Чехонин Валерий Николаевич, старший научный сотрудник лаборатории масличных культур ФБГНУ «ФАНЦ Юго-Востока»; Российская Федерация, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7; e-mail: valech54@gmail.com; тел.: +79179898529

Svetlana A. Guseva, Senior Research Associate, Department of Corn and Legumes, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn (4, 1-iy Institutskiy Passage, Saratov, 410050, Russian Federation; phone: (937) 250–44–89; E-mail: s.guseva76@mail.ru)

Oksana S. Nosco, Junior Research Associate, Department of Corn and Legumes, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn (4, 1-iy Institutskiy Passage, Saratov, 410050, Russian Federation; phone: (919) 837–35–04; E-mail: ocsananosko@yandex.ru)

Sergey P. Kudryashov, CSc (Ag), Leading Research Associate, Laboratory of Oilseed Crops, Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region (7, Tulaykova Str., Saratov, 410010, Russian Federation; phone: (927) 136–82–43; E-mail: kudr-s-p@yandex.ru)

Valeriy N. Chekhonin, Senior Research Associate, Laboratory of Oilseed Crops, Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region (7, Tulaykova Str., Saratov, 410010, Russian Federation; phone: (917) 989–85–29; E-mail: valech54@gmail.com)