УДК 633.854.78:631.52

DOI 10.25230/2412–608X–2018–1–173–29–35

НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКА МАССА 1000 СЕМЯН У МЕЖЛИНЕЙНЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

В.В. Волгин,

доктор сельскохозяйственных наук

А.Д. Обыдало,

младший научный сотрудник

Б.Н. Бочкарёв,

младший научный сотрудник

ФГБНУ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254-29-29

E-mail: vniimk@vniimk.ru

Для цитирования: Волгин В.В., Обыдало А.Д., Бочкарёв Б.Н. Наследование признака масса 1000 семян у межлинейных гибридов подсолнечника // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 1 (173). – С. 29–35.

Ключевые слова: подсолнечник, линия, гибрид, наследование, признак, масса 1000 семян, эпистаз, доминирование, аддитивное взаимодействие генов.

Опыты по изучению наследования признака масса 1000 семян у межлинейных гибридов подсолнечника на ЦМС-основе проводили в 2012–2014 гг. на полях центральной экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИМК, г. Краснодар. В качестве материнских компонентов использовали две ЦМС-формы (линия ВА 93 А со средней массой 1000 семян 36,2 г и простой гибрид Кубанский 93 А с более высоким показателем этого признака – 52,1 г). Отцовскими компонентами служили 10 фертильных линий различного происхождения, обладающие высокой и средней комбинационной способностью по изучаемому признаку. Опыление материнских линий осуществляли в 2012 г. Полученные гибриды в количестве 20 образцов и их родительские формы в 2013–2014 гг. изучали по признаку масса 1000 семян. Результаты, полученные в процессе исследований свидетельствуют о том, что у изученных межлинейных гибридов подсолнечника на ЦМС-основе наследование признака масса 1000 семян контролировалось аддитивным взаимодействием генов и

доминированием. Для повышения показателей признака масса 1000 семян у изученного нами селекционного материала целесообразно использовать методы периодического отбора на ОКС, конвергентного улучшения и кумулятивной селекции.

UDC 633.854.78:631.52

Inheritance of thousand-seed weight trait in interline sunflower hybrids.

V.V. Volgin, doctor of agriculture

A.D. Obydalo, junior researcher

B.N. Bochkaryov, junior researcher

FGBNU VNIIMK

17, Filatova street, Krasnodar, Russia 350038

Tel.: (861) 254-29-29

E-mail: vniimk@vniimk.ru

Keywords: sunflower, line, hybrid, inheritance, trait, thousand-seed weight, epistasis, dominance, additive interactions of genes.

The research experiments on the inheritance of thousand-seed weight trait in interline sunflower hybrids on the CMS-basis were carried out in 2012–2014 in the fields of the central experimental base of FGBNU VNIIMK, Krasnodar. Two CMS-forms were used as maternal components (line VA 93 A with an average mass of thousand-seed weight of 36.2 g and a simple hybrid Kubansky 93 A with a higher index of this trait – 52.1 g). 10 fertile lines of various origins served as paternal components. They all have high and medium combining ability of studied trait. Pollination of maternal lines was carried out in 2012. Received hybrids in the quantity of 20 samples and their parental forms were studied on thousand-seed weight trait in 2013–2014. The results obtained during the research indicate that in the studied interline sunflower hybrids on the CMS-basis the inheritance of thousand-seed weight trait was controlled by the additive interaction of genes and dominance. In order to improve the characteristics of thousand-seed weight trait in studied breeding material it is advisable to use methods of periodic selection for GCA, convergent improvement and cumulative breeding.

Введение. В селекции гибридов и сортов подсолнечника одним из наиболее важных направлений является повышение урожайности и масличности семян. На урожайность семян подсолнечника

оказывает влияние множество факторов, в том числе количество растений на площади посева, размер корзинки, количество семян с растения, масса 1000 семян, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды и др. В целом это можно охарактеризовать как результат взаимодействия генотипа растений и условий их роста и развития.

Еще Пустовойт [1] указывал на необходимость повышения масличности семян, и особенно их размера.

В свою очередь Морозов [2] считал, что увеличение массы 1000 семян на 1 г позволяет увеличить урожайность на 40 кг/га.

Гетерозис по массе 1000 семян у гибридов подсолнечника отмечали многие авторы [3; 4; 5; 6].

В опытах Fick [7] наиболее часто наблюдалось промежуточное наследование этого признака. Горбаченко [8] установил промежуточное наследование и доминирование родительских линий с высокими показателями массы 1000 семян. Леоновой, Кириченко, Сивченко [9] установлено, что характер наследования массы 1000 семян зависит от значения данного признака у родительских компонентов гибридов подсолнечника. При получении крупноплодных гибридов наблюдалось доминирование лучшей родительской формы или же гетерозис.

В опытах Hladni [10] проявление признака массы 1000 семян наследовалось промежуточно с частичным доминированием в первый год, и такое же явление наблюдалось на второй год, с тем отличием, что в очень редких случаях было отмечено сверхдоминирование.

Зажарским с соавторами [11] было выявлено, что проявление гетерозиса по элементам продуктивности у масличного подсолнечника носит дискретный характер. Чаще всего репродуктивное сверхдоминирование проявляется за счет массы 1000 семян (47,1 %), реже – количества семян на растении (30,6 %) и комплекса признаков (20,5 %).

Доминирование и сверхдоминирование в проявлении признака масса 1000 семян отмечал Marinkovic [12]. Наибольшее влияние неаддитивной генетической вариации было выявлено в исследованиях Kovacik и Skaloud [13], Marinkovic, Skoric [5], Kumar [et al.] [14], Goksoy [et al.] [15; 16; 17], Ashok [et al.] [18].

С другой стороны, преобладающее влияние в проявлении признака масса 1000 семян аддитивной генетической вариации наблюдалось в исследованиях Putt [4], Вольфа и Думачевой [19], Rao, Singh [20], Marinkovic [et al.] [21], Lauret, Del Catio [22], Farrokhi [et al.] [23], Ghaffari, Farrokhi [24], которые отмечали, что признак масса 1000 семян контролируется как аддитивными, так и доминантными взаимодействиями генов.

Наряду с доминированием, сверхдоминированием и аддитивным контролем этого признака, наблюдается проявление неаллельного взаимодействия генов – эпистаза. Так, Ranchabhae [et al.] [25] установил, что эпистаз имел существенное влияние в наследовании признака масса 1000 семян у подсолнечника. El-Hity [26] отметил влияние доминантных, эпистатических и аддитивных взаимодействий.

Josic [27] отмечал проявление эпистаза во всех изученных им комбинациях скрещивания. Им было установлено, что двухлокусный эпистаз был выше, чем аддитивные эффекты генов, но ниже чем доминантные эффекты. Обыдало [28] на примере линий и гибридов кондитерского направления установила, что в наследовании признака масса 1000 семян основную роль играет комплементарный эпистаз, с редким проявлением эффекта сверхдоминирования.

Судя по данным, полученным в исследованиях ряда авторов, наследование массы 1000 семян у подсолнечника определяется различными эффектами взаимодействия генов. По всей вероятности, это зависит от генетического потенциала родительских компонентов гибридов. В последние годы создан ряд

новых линий подсолнечника, обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков, отличающихся высокой и средней комбинационной способностью по урожайности семян. Была поставлена задача изучить закономерности наследования исследуемого признака в гибридном поколении F_1 этих линий.

Материалы и методы. Опыты проводили в 2012–2014 гг. на полях центральной экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИМК, г. Краснодар.

Две современные материнские формы: линия ВА 93 А и простой гибрид на основе ЦМС Кубанский 93 А в 2012 г. опылялись под изоляторами типа «рукав» каждой из 10 отцовских линий-закрепителей стерильности пыльцы подсолнечника: СЛ₁₃2310, СЛ₁₃3854, ВК654, СЛ₀₅16, СЛ₁₃2196, СЛ₁₃2272, СЛ₁₃3870, СЛ₁₃2286, СЛ₁₃2260 и СЛ₁₃2266.

Все вышеотмеченные отцовские линии характеризуются высокой или средней комбинационной способностью по урожайности семян. Линия ВА 93 А отличается меньшей массой 1000 семян (36,2 г) по сравнению с простым гибридом Кубанский 93 А (52,1 г).

Полученные гибриды в количестве 20 штук и их родительские компоненты выращивались в 2013–2014 гг. на 4-рядных делянках в 3-кратной повторности, общая площадь делянки 24,5 м², учетная – 12,2 м², густота стояния растений 55–60 тыс. шт./га.

После уборки определяли массу 1000 семян (г) согласно ГОСТ 10342-89 [29].

Достоверность различий между вариантами опыта (НСР₀₅) вычисляли методом дисперсионного анализа в изложении Доспехова [30].

В 1969 г. Jinks [et al.] [31] предложили метод, позволяющий в основном получать ту же информацию, что дает и диаллельный анализ при сокращении объема работы: если диаллельный анализ требует n^2 скрещиваний, то двутестерный метод только 2n. В своих исследованиях мы воспользовались методикой этих авторов.

Этот метод был проверен авторами на чистых линиях табака, которые предварительно испытывали классическим

диаллельным анализом. При сопоставлении результаты обоих методов оказались идентичными.

Сущность двутестерного метода сводится к следующему. Две тестерные линии L_1 и L_2 отбирают из совокупности анализируемых сортов. Тестеры желательно брать максимально контрастными по изучаемому признаку. Каждую линию (i) скрещивают с двумя тестерами, при этом получают гибриды L_{1i} и L_{2i} . Анализ состоит из двух частей: 1) испытание на наличие эпистаза; 2) исследование на аддитивную и доминантную компоненты, если эпистаз отсутствует. Математическую обработку полученных цифровых данных проводили на основе компьютерной программы [32].

Результаты и обсуждение. В процессе исследований изучали наследование признака масса 1000 семян у 20 межлинейных гибридов подсолнечника, родительских компонентов: 10 линий-закрепителей стерильности пыльцы и двух тестеров, в том числе линии ВА 93 А с низкой массой 1000 семян (36,2 г) и простого ЦМС-гибрида с высоким показателем этого признака (52,1 г).

Результаты опытов, проведенных в 2013 г., представлены в таблице 1. Среди линий-опылителей наиболее высокой массой 1000 семян отличались образцы СЛ₁₃2272 (52,50 г) и СЛ₁₃2260 (51,50 г), выделились в положительную сторону те гибриды, у которых отцовскими компонентами служили линии-опылители СЛ₀₅16 (58,05 г), СЛ₁₃2196 (58,20 г), СЛ₁₃2260 (62,50 г).

Таблица 1

Средняя масса 1000 семян подсолнечника, г

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

Линия-опылитель	Гибрид опылителя с тестером		Среднее	
	ВА 93 А	Кубанский 93 А	гибрида	линии-опылителя
СЛ ₁₃ 2310	46,70	58,90	52,80	44,40
СЛ ₁₃ 3854	45,40	57,10	51,25	44,20
ВК654	45,90	60,70	53,30	44,03
СЛ ₀₅ 16	52,60	63,50	58,05	42,40
СЛ ₁₃ 2196	54,90	61,50	58,20	44,30
СЛ ₁₃ 2272	47,10	57,60	52,35	52,50
СЛ ₁₃ 3870	51,00	58,50	54,75	43,20
СЛ ₁₃ 2286	53,20	62,10	57,65	47,40
СЛ ₁₃ 2260	54,80	70,20	62,50	51,50
СЛ ₁₃ 2266	49,80	61,40	55,60	42,40

В результате дисперсионного анализа показателей $L_{1i} + L_{2i} - P_i$ было установлено отсутствие эффекта эпистаза, так как $F_{\text{факт.}} = 1,740$ значительно ниже $F_{05 \text{ теор.}} = 2,460$ (табл. 2).

Таблица 2

Тест на эпистаз методом двустерного анализа родительских линий подсолнечника по признаку масса 1000 семян

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ теор.}}$
Общая	1779,113	29	61,349		
Линий	821,287	9	91,250	1,740	2,460
Повторностей	12,105	2	6,052		
Ошибка	945,722	18	52,540		

Учитывая отсутствие неаллельного взаимодействия генов, был проведен дальнейший анализ на наличие аддитивного взаимодействия генов и доминирование.

Результаты проведения дисперсионного анализа сумм ($L_{1i} + L_{2i}$) приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Тест на аддитивность методом двустерного анализа линий подсолнечника по признаку масса 1000 семян

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общая	1384,607	29	47,745		
Линий	934,707	9	103,860	4,850	2,460
Повторностей	4,568	2	2,284		
Ошибка	385,332	18	21,410		

Полученные цифровые данные свидетельствуют о значительном влиянии аддитивных взаимодействий генов в контроле признака масса 1000 семян у изученных межлинейных гибридов подсолнечника, так как $F_{\text{факт.}} = 4,850$, что значительно выше $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$. Параметр доминирования D составил 25,210.

Аналогичным образом был осуществлен дисперсионный анализ разностей ($L_{1i} - L_{2i}$) (табл. 4).

Таблица 4

Тест на доминирование методом двустерного анализа линий подсолнечника по признаку масса 1000 семян

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общая	330,487	29	11,396		
Линий	217,107	9	24,123	3,966	2,460
Повторностей	3,896	2	1,948		
Ошибка	109,484	18	6,082		

При значительном превышении $F_{\text{факт.}} = 3,966$, $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$, параметр доминирования H_1 составил 14,339, степень доминирования $\sqrt{H_1/D} = 0,755$, что позволяет сделать вывод о наличии доминирования в генетическом контроле признака масса 1000 семян у изученных линий подсолнечника.

В 2014 г. было проведено изучение родительских линий и их гибридов, сводные данные их массы 1000 семян представлены в таблице 5. Наиболее высокими показателями изучаемого признака обладают линии СЛ₁₃2272 (48,90 г), СЛ₁₃2286 (48,90 г) и СЛ₁₃2260 (52,60 г), среди гибридов выделяются те, у которых отцовскими линиями были линии-опылители СЛ₀₅16 (58,30 г), СЛ₁₃2286 (58,55 г), СЛ₁₃2260 (58,50 г).

Таблица 5

Средняя масса 1000 семян родительских линий и гибридов подсолнечника, г

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Линия-опылитель	Гибрид опылителя с тестером		Среднее	
	ВА 93 А	Куб. 93 А	гибрида	линии-опылителя
СЛ ₁₃ 2310	47,40	61,50	54,45	43,70
СЛ ₁₃ 3854	46,40	57,20	51,80	43,20
ВК 654	41,70	57,00	49,35	42,40
СЛ ₀₅ 16	54,10	62,50	58,30	43,50
СЛ ₁₃ 2196	52,30	63,60	57,95	44,00
СЛ ₁₃ 2272	48,10	57,00	52,55	48,90
СЛ ₁₃ 3870	51,20	57,30	54,25	44,80
СЛ ₁₃ 2286	58,40	58,70	58,55	48,90
СЛ ₁₃ 2260	53,50	63,50	58,50	52,60
СЛ ₁₃ 2266	44,40	58,90	51,65	40,97

Таким образом, как и в 2013 г., так и в 2014 г. по массе 1000 семян лучшими были одни и те же линии. Различия у

гибридов наблюдались по одной из комбинаций: в 2013 г. это был гибрид с линейей-опылителем СЛ₁₃2260, а в 2014 г. – СЛ₁₃2286.

Для установления наличия или отсутствия неаллельных взаимодействий генов по изучаемому признаку был проведен дисперсионный анализ показателей $L_{1i} + L_{2i} - P$ (табл. 6).

Таблица 6

Тест на эпистаз методом двустерного анализа родительских линий подсолнечника по признаку масса 1000 семян

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F _{05 табл.}
Общая	1348,359	29	46,495		
Линий	650,352	9	72,260	1,99	2,460
Повторностей	9,845	2	4,922		
Ошибка	688,162	18	38,231		

Полученные цифровые данные свидетельствуют об отсутствии эпистатического эффекта, так как $F_{факт.} = 1,99$ было значительно ниже $F_{05 табл.} = 2,460$, что позволило осуществить тесты на аддитивность и доминирование.

В результате проведения анализа сумм $L_{1i} + L_{2i}$ вычислили параметр доминирования $D = 25,560$, при этом критерий Фишера $F_{факт.}$ составил 3,961, что существенно выше $F_{05 табл.} = 2,460$, следовательно, в наследовании признака масса 1000 семян у изучаемых линий наблюдается аддитивное взаимодействие генов (табл. 7).

Таблица 7

Тест на аддитивность методом двустерного анализа линий подсолнечника по признаку масса 1000 семян

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F _{05 табл.}
Общая	1427,624	29	49,228		
Линий	947,943	9	105,330	3,961	2,460
Повторностей	0,962	2	0,481		
Ошибка	0,718	18	26,600		

Осуществление дисперсионного анализа разностей ($L_{1i} - L_{2i}$) позволило вычислить параметр доминирования $H_1 = 11,9$ и степень доминирования $\sqrt{H_1/D} = 0,686$,

при $F_{факт.} = 4,421$, что значительно превышает $F_{05 табл.} = 2,460$.

Таблица 8

Тест на доминирование методом двустерного анализа линий подсолнечника по признаку урожайность семян

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F _{05 табл.}
Общая	650,583	29	22,434		
Линий	441,623	9	49,07	4,421	2,460
Повторностей	2,834	2	1,417		
Ошибка	206,126	18	11,100		

Полученные в 2014 г. цифровые данные свидетельствуют о проявлении доминирования признака масса 1000 семян у изученных линий подсолнечника.

Таким образом, на основе двухлетних исследований было выявлено, что наследование признака масса 1000 семян у изученных линий определяется аддитивным взаимодействием генов и доминированием.

Применительно к этому селекционному материалу целесообразно использование периодического отбора на общую комбинационную способность (ОКС), предложенного Спрэггом [35], конвергентного улучшения, разработанного Richey [34], и метода кумулятивной селекции, также предложенного Richey [35]. Все эти методы основаны на признании гипотезы доминирования.

Выводы. Установлено отсутствие неаллельных взаимодействий генов (эпистаз) в наследовании признака масса 1000 семян у изученных линий подсолнечника. Генетический контроль этого признака осуществлялся под влиянием аддитивного взаимодействия генов и доминирования.

Список литературы

1. Пустовойт В.С. Селекция, семеноводство и некоторые вопросы агротехники подсолнечника. Избранные труды. – М.: Колос, 1966. – 368 с.
2. Морозов В.К. О селекции подсолнечника на урожайность // В кн.: Селекция и семеноводство. – М., 1971. – № 1. – С. 18–25.
3. Морозов В.К. Селекция подсолнечника в СССР. – М., 1947. – С. 1–274.
4. Putt E.D. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from diallel cross in sunflower

(*Helianthus annuus* L.) // Can. J. Plant Sci. – 1966. – 46. – P. 59–67.

5. Marinkovic R., Skoric D. Inheritance of 1000 seed weight and weight in hectoliters of F₁ generation of sunflower and components of genetic variability // Work Proceedings IFVC, Novi Sad. – 1985. – 14–15. – P. 62–72.

6. Волгин В.В., Обыдало А.Д. Гетерозис по комплексу хозяйственно-биологических признаков у стерильных гибридов подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 3–13.

7. Fick G.N. Breeding and Genetics // Sunflower Sci. and Technology. Madisom. Wisconsin. – 1978. – P. 280–338.

8. Горбаченко Ф.И. Селекция и гетерозис низкорослых форм подсолнечника: дис. ... канд. с.-х. наук / Федор Иванович Горбаченко. – Ростов-на-Дону, 1981. – 189 с.

9. Леонова Н.Н., Кириченко В.В., Сивенко А.А. Проявление эффекта гетерозиса и комбинационная способность линий подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 1 (161). – С. 16–21.

10. Hladni N. Combining abilities and mode of inheritance of yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.): Ph.D. thesis. – University of Novi Sad. Faculty of Agriculture. – Novi Sad, 2007. – P. 1–104.

11. Зажарский В.Т., Михайлова А.П., Егорова Т.Т. Наследование хозяйственно-полезных признаков у подсолнечника при внутривидовой гибридизации // Гибридизация и мутагенез в селекции растений. – Воронеж, 1988. – С. 105–121.

12. Marinkovic R. The mode of inheritance of seed yields and some yield components by crossbreeding different inbred lines of sunflower: Ph.D. thesis. – University of Novi Sad. Faculty of Agriculture. – Novi Sad, 1984. – P. 1–13.

13. Kovacik A., Skaloud V. Combining ability and prediction of heterocyst in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Scientia Agric. – Bohemoslovaca. Praha. – 1972. – XX. – 4. – P. 263–273.

14. Kumar A.A., Ganesh M., Janila P. Combining ability analysis for yield contributing characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Ann. Agric. Res. – 1998. – 19. – P. 437–440.

15. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. Heterosis and combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Indian J. Agric. Sci. – 2000. – 70 (8). – 525 p.

16. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. Quantitative inheritance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Helia. – 2002. – 25 (37). – P. 131–140.

17. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. Combining abilities of certain characters and estimation of hybrid vigor in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Acta. Agronomica Hungarica. – 2004. – 52 (4). – P. 361–368.

18. Askok S., Mohamed-Sheriff N., Narayanan S.I. Combining ability studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Crop Res. (Hisar). – 2000. – 20 (3). – P. 457–462.

19. Вольф В.Г., Думачева Л.Р. Генотипическое влияние родительских форм на изменчивость хозяйственно-ценных признаков у гибридов подсолнечника // Селекция и семеноводство. –

Киев, 1975. – Вып. 24. – С. 36–43.

20. Rao N.M., Singh B. Inheritance of some quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Pak. J. Res. – 1977. – 2. – P. 144–146.

21. Marinkovic R., Skoric D., Dozet B., Jovanovic D. Line x tester analysis of combining ability // Proc. of 13th Intern. Sunfl. Conf., Paris, France, 2000. – Vol. 2. – E30–E35.

22. Laureti D., Del Catio A. General and specific combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Helia. – 2001. – 24 (34). – P. 1–16.

23. Farrokhi E., Alizadeh B., Ghaffari M. General combining ability in sunflower maintainer lines using line x tester crosses // Proc. of 17th Intern. Sunfl. Conf., Cordoba, Spain, 2008. – Vol. 2. – P. 571–574.

24. Ghaffari M., Farrokhi E. Principal component analysis as reflector of combining abilities // Proc. of 17th Intern. Sunfl. Conf., Cordoba, Spain, 2008. – Vol. 2. – P. 499–504.

25. Panchabae P.M., Weginwar D.C., Golhar S.R., Rande M.K. Detection of epistasis by using simplified triple test cross analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Amer. Plant Physiological. – 1998. – 12 (2). – P. 156–158.

26. El-Hity M.A.H. Genetical analysis of some agronomic characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Proc. of 13th Intern. Sunfl. Conf., Pisa, Italy, 1992. – P. 1118–1128.

27. Josic S. Inheritance of yield components in sunflower (*H. annuus* L.): Ph. D. thesis. – 2002. – P. 1–84.

28. Обыдало Н.Д. Селекция линий и гибридов подсолнечника кондитерского направления: дис. ... канд. биол. наук / Наталья Дмитриевна Обыдало. – Краснодар, 2014. – 107 с.

29. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или семян. – М., 2009. – 4 с.

30. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

31. Jinks J.L., Perkins J.M., Breese E.L. A general method of detecting additive, dominance and epistatic variation for metrical traits. II Application to inbred lines // Heredity. – 1969. – 24. – P. 45–57.

32. Сорокин О.Д. BIOGEN: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: odssoft.narod.ru.

33. Спрэг Дж. Ранние испытания и периодический отбор // Гибридная кукуруза. – М.: Иностранная литература, 1955. – С. 262–283.

34. Richey F.D. The convergent improvement of selected lines of corn // Amer. Natur. – 1927. – 61. – P. 430–449.

35. Richey F.D. Isolating better foundation inbred for use in corn hybrids // Genetics. – 1945. – 30. – P. 455–471.

References

1. Pustovoyt V.S. Seleksiya, semenovodstvo i nekotorye voprosy agrotekhniki podsolnechnika. Izbrannye trudy. – М.: Kolos, 1966. – 368 s.

2. Morozov V.K. O seleksii podsolnechnika na urozhaynost' // Seleksiya i semenovodstvo. – М., 1971. – № 1. – С. 18–25.

3. Morozov V.K. Seleksiya podsolnechnika v SSSR. – М., 1947. – С. 1–274.

4. Putt E.D. Heterosis, combining ability and

predicted synthetics from diallel cross in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Can. J. Plant Sci.* – 1966. – 46. – P. 59–67.

5. Marinkovic R., Skoric D. Inheritance of 1000 seed weight and weight in hectoliters of F1 generation of sunflower and components of genetic variability // *Work Proceedings IFVC. Novi Sad.* – 1985. – 14–15. – P. 62–72.

6. Volgin V.V., Obydalo A.D. Geterozis po kompleksu khozyaystvenno-biologicheskikh priznakov u steril'nykh gibridov podsolnechnika // *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK.* – Krasnodar, 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 3–13.

7. Fick G.N. Breeding and Genetics // *Sunflower Sci. and Technology. Madisom. Wisconsin.* – 1978. – P. 280–338.

8. Gorbachenko F.I. Seleksiya i geterozis nizkoroslykh form podsolnechnika: dis. ... kand. s.-kh. nauk / Fedor Ivanovich Gorbachenko. – Rostov-na-Donu, 1981. – 189 s.

9. Leonova N.N., Kirichenko V.V., Sivenko A.A. Proyavlenie effekta geterozisa i kombinatsionnaya sposobnost' liniy podsolnechnika // *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK.* – Krasnodar, 2015. – Vyp. 1 (161). – S. 16–21.

10. Hiadni N. Combining abilities and mode of inheritance of yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Ph.D. thesis. – University of Novi Sad. Faculty of Agriculture. – Novi Sad, 2007. – P. 1–104.

11. Zazharskiy V.T., Mikhaylova A.P., Egorova T.T. Nasledovanie khozyaystvenno-poleznykh priznakov u podsolnechnika pri vnutrividovoy gibridizatsii // *Gibridizatsiya i mutagenez v selektsii rasteniy.* – Voronezh, 1988. – S. 105–121.

12. Marinkovic R. The mode of inheritance of seed yields and some yield components by crossbreeding different inbred lines of sunflower // Ph.D. thesis. – University of Novi Sad. Faculty of Agriculture. – Novi Sad, 1984. – P. 1–13.

13. Kovacic A., Skaloud V. Combining ability and prediction of heterocyst in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Scientia Agric.* – Bohemoslovaca. Praha. – 1972. – XX. – 4. – P. 263–273.

14. Kumar A.A., Ganesh M., Janila P. Combining ability analysis for yield contributing characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Ann. Agric. Res.* – 1998. – 19. – P. 437–440.

15. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. Heterosis and combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Indian J. Agric. Sci.* – 2000. – 70 (8). – 525 p.

16. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. Quantitative inheritance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia.* – 2002. – 25 (37). – P. 131–140.

17. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. Combining abilities of certain characters and estimation of hybrid vigor in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Acta. Agronomica Hungarica.* – 2004. – 52 (4). – P. 361–368.

18. Askok S., Mohamed-Sheriff N., Narayanan S.I. Combining ability studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Crop Res. (Hisar).* – 2000. – 20 (3). – P. 457–462.

19. Vol'f V.G., Dumacheva L.R. Genotipicheskoe vliyaniye roditel'skikh form na izmenchivost' khozyaystvenno-tsennyykh priznakov u gibridov podsolnechnika // *Selektsiya i semenovodstvo.* – Kiev, 1975. – Vyp. 24. – S. 36–43.

20. Rao N.M., Singh B. Inheritance of some quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Pak. J. Res.* – 1977. – 2. – P. 144–146.

21. Marinkovic R., Skoric D., Dozet B., Jovanovic D. Line x tester analysis of combining ability // *Proc. 13th Intl. Sunflower Conf.* – Paris, 2000. – Vol. 2. – E30–E35.

22. Laureti D., Del Catio A. General and specific combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia.* – 2001. – 24 (34). – P. 1–16.

23. Farrokhi E., Alizadeh B., Ghaffari M. General combining ability in sunflower maintainer lines using line x tester crosses // *Proc. of 17th Intl. Sunflower Conf.* – Cordoba, 2008. – Vol. 2. – P. 571–574.

24. Ghaffari M., Farrokhi E. Principal component analysis as reflector of combining abilities // *Proc. 17th Intl. Sunflower Conf.* – Cordoba, Spain, 2008. – Vol. 2. – P. 499–504.

25. Panchabae P.M., Weginwar D.C., Golhar S.R., Rande M.K. Detection of epistasis by using simplified triple test cross analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Amer. Plant Physiological.* – 1998. – 12 (2). – P. 156–158.

26. El-Hity M.A.H. Genetically analysis of some agronomic characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Proc. of 13th Intl. Sunflower Conf.* – Pisa, 1992. – P. 1118–1128.

27. Josic S. Inheritance of yield components in sunflower (*H. annuus* L.) // Ph. D. thesis. – 2002. – P. 1–84.

28. Obydalo N.D. Seleksiya liniy i gibridov podsolnechnika konditerskogo napravleniya: dis. ... kand. biol. nauk / Natal'ya Dmitrievna Obydalo. – Krasnodar, 2014. – 107 s.

29. GOST 10842-89 Zerno zernovykh i bobovykh kul'tur i semena maslichnykh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili semyan. – M., 2009. – 4 s.

30. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

31. Jinks J.L., Perkins J.M., Breese E.L. A general method of detecting additive, dominance and epistatic variation for metrical traits. II Application to inbred lines // *Heredity.* – 1969. – 24. – P. 45–57.

32. Sorokin O.D. Paket programm BIOGEN: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: odssoft.narod.ru.

33. Sprog Dzh. Rannie ispytaniya i periodicheskiy otbor // *Gibridnaya kukuruza.* – M.: Inostrannaya literatura, 1955. – C. 262–283.

34. Richey F.D. The convergent improvement of selected lines of corn // *Amer. Natur.* – 1927. – 61. – P. 430–449.

35. Richey F.D. Isolating better foundation inbred for use in corn hybrids // *Genetics.* – 1945. – 30. – P. 455–471.