Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

УДК 631.523:633.854.78

DOI: 10.25230/2412–608X–2019–4–180–3–9

Двутестерная оценка наследования высоты растений у межлинейных гибридов подсолнечника

В.В. Волгин,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент
А.Д. Обыдало,
аналитик
Б.Н. Бочкарёв,
младший научный сотрудник

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 259-44-23
E-mail: vniimk@vniimk.ru

Для цитирования: Волгин В.В., Обыдало А.Д., Бочкарёв Б.Н. Двутестерная оценка наследования высоты растений у межлинейных гибридов подсолнечника // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 3–9.

Ключевые слова: подсолнечник, линия, гибрид, наследование, признак, высота растений, эпистаз, доминирование, аддитивное взаимодействие генов.

Целью исследований является изучение наследования признака высота растений у межлинейных гибридов подсолнечника на ЦМС-основе. Опыты проводили в 2012–2014 гг. на полях центральной экспериментальной базы ВНИИМК, г. Краснодар. Две материнские формы (линия ВА 93 А с высотой растений 123 см и простой ЦМС-гибрид Кубанский 93 А с более высоким уровнем проявления признака – 194,0 см) в 2012 г. опыляли под изоляторами типа «рукав» пылью каждой из 10 В-линий-опылителей. Полученные гибриды в количестве 20 образцов и их родительские компоненты в 2013–2014 гг. оценивали по признаку высота растений. Данные исследований позволяют сделать вывод о том, что в наследовании признака высота растений у изученных межлинейных гибридов эпистаз отсутствует. В генетическом контроле этого признака основную роль играет аддитивное взаимодействие генов. Для регулирования высоты растений гибридов

подсолнечника целесообразно использовать методы рекуррентного отбора на ОКС, конвергентного улучшения и кумулятивной селекции линий.

UDC 631.523:633.854.78

Double-tester estimation of inheritance of plant height in interline sunflower hybrids.

V.V. Volgin, doctor of agriculture
A.D. Obydalo, analyst
B.N. Bochkaryov, junior researcher

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 259-44-23
E-mail: vniimk@vniimk.ru

Key words: sunflower, line, hybrid, inheritance, trait, plant height, epistasis, dominance, additive interaction of gens.

The purpose of the research is to study inheritance of plant height trait in interline sunflower hybrids on CMS-basis. The researches were conducted in fields of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, Krasnodar, in 2012–2014. Two maternal forms (a line VA 93 A having plant height 123 cm and a simple CMS-hybrid Kubansky 93 A having higher plants – of 194 cm) in 2012 were pollinated under the special isolator (so called sleeve) with a pollen of each from ten B-lines-pollinators. We obtained 20 experimental hybrids then tested them and their parental forms in 2013–2014 by a trait 'plant height'. The results allowed us to conclude the epistasis in inheritance of this trait is absent. In a genetic control of this trait, additive interaction of the gens plays the most important role. To regulate plant height of the hybrid sunflower is reasonably using methods of the recurrent selection for GCA, convergent improvement and cumulative breeding of lines.

Введение. Подсолнечник имеет мощный облиственный, в большинстве случаев зеленого цвета, травянистый, в нижней части одревесневающий стебель, заканчивающийся соцветием. Длина стебля варьирует от 60 см у скороспелых до 200 см и более у среднеспелых сортов и гибридов масличной группы и до 450 см у растений силосного направления. Стебли сортов и материнских линий гибридов подсолнечника не только не ветвятся, но в пазухах их листьев даже не закладываются почки [1].

Наряду с высокой продуктивностью семян, в выращивании гибридов и сортов подсолнечника важную роль играет их технологичность. Наиболее выровненным по комплексу биометрических признаков и высокой урожайности оказались гибриды с высотой растений 172–183 см в среднем [2]. Что касается материнских линий, то наиболее продуктивные из них имели высоту 126–141 см [3].

В селекции гибридного подсолнечника немаловажное значение имеет знание закономерностей наследования признака высота растения, что позволяет более целенаправленно вести отбор, так как этот признак влияет на формирование урожая подсолнечника [4; 5; 6; 7].

Гетерозис у гибридов проявляется не только по урожаю семян, но и по высоте растений, диаметру корзинки, площади листовой поверхности по сравнению с исходными родительскими линиями [8; 9].

В своих исследованиях многие авторы определили, что аддитивное взаимодействие генов является наиболее важным в экспрессии признака высоты растений [10; 11; 12; 13]. Ряд других опытов свидетельствовал о том, что неаддитивные генные взаимодействия были определяющими [14; 15; 17]. Наряду с вышеотмеченным, А.Р. Tyagi [18] и Е. Gangarra [19] установили, что оба генетических компонента имеют равное значение в наследовании высоты растения.

D. Skoric [20] и R. Marinkovic [21] нашли, что в зависимости от комбинаций скрещиваний высота растений наследовалась при частичном доминировании, доминировании и при сверхдоминировании признака. В опытах N. Hladni et al. [22] сверхдоминирование было наиболее определяющим в наследовании высоты растений, меньшее значение имело частичное доминирование и доминирование.

J.F. Miller, G.N. Fick [23] определили, что наследование высоты растений подсолнечника носит количественную природу.

N.M. Rao, B. Singh [10] заключили что аддитивный компонент генетической вариации был более важным в наследовании этого признака, чем неаддитивный.

Наиболее масштабные исследования гибридов высоко- и низкостебельного подсолнечника провели В.А. Гаврилова и И.Н. Анисимова [24]. В их опытах гибриды F_1 в основном занимали промежуточное положение между родителями, по всей вероятности, наблюдалось неполное доминирование.

Уменьшенная высота растений контролируется рецессивными генами у линий с уменьшенным числом листьев [25; 26].

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

Две материнские формы: растения линии ВА 93 А и простого гибрида ЦМС Кубанский 93 А – в 2012 г. опыляли под изоляторами типа «рукав» каждой из 10 отцовских линий-закрепителей стерильности пыльца 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 высотой растений (123,0 см) по сравнению с простым гибридом Кубанский 93 А (194,0 см).

Полученные гибриды в количестве 20 штук и их родительские компоненты выращивали в 2013–2014 гг. на 4-рядных делянках в 3-кратной повторности, общая площадь делянки 28 м², учетная – 14 м², густота стояния растений 55–60 тыс. шт./га.

Перед уборкой измеряли высоту растений по методике в изложении В.М. Лукомца и др. [27].

Достоверность различий между вариантами опыта (НСР₀₅) вычисляли методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова [28].

В 1969 г. J.L. Jinks [et al.] [29] 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 L1 и L2 отбирают из совокупности анализируемых сортов. Тестеры желательно брать максимально контрастными по изучаемому признаку. Каждую линию (i) скрещивают с двумя тестерами, при этом получают гибриды $L1_i$ и $L2_i$. 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 [30].

Результаты и обсуждение. Изучали 10 отцовских линий, два тестера на ЦМС-основе и 20 межлинейных гибридов, полученных в результате скрещивания тестеров с линиями-опылителями. Как уже отмечалось в разделе «Материалы и методы», один из тестеров – линия ВА 93 А – характеризуется низким показателем высоты растений (123,0 см), другой простой стерильный гибрид Кубанский 93 А – высоким (194,0 см).

Цифровые данные, полученные в 2013 г., представлены в таблице 1. Среди линий опылителей наиболее высокими растениями отличались образцы СЛ₁₃2310 (172,0 см), СЛ₀₅16 (165,7 см), СЛ₁₃2196 (169,0 см), СЛ₁₃2272 (170,0 см) и СЛ₁₃3870 (174,0 см), при этом выделились те гибриды, у которых отцовскими

компонентами служили линии-опылители СЛ₁₃3854 (193,5 см), СЛ₁₃2196 (187,0 см), СЛ₁₃3870 (190,0 см) и СЛ₁₃ 2260 (187,0 см).

Таблица 1

Высота растений гибридов подсолнечника, полученных от двух тестеров

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

	Высота растений гибридов, см		Средняя высота растений, см	
	тестер ВА 93А (123,0)	тестер Кубанский 93А (194,0)	гибридов	линии-опылителя
СЛ ₁₃ 2266	157,0	176,0	166,5	150,0
СЛ ₁₃ 2286	167,0	182,0	174,5	105,0
СЛ ₀₅ 16	172,0	191,0	181,5	165,7
СЛ ₁₃ 2196	178,0	196,0	187,0	169,0
ВК654	180,0	188,0	184,0	143,7
СЛ ₁₃ 2272	183,0	190,0	186,5	170,0
СЛ ₁₃ 2310	184,0	188,0	186,0	172,0
СЛ ₁₃ 2260	184,0	190,0	187,0	119,0
СЛ ₁₃ 3854	189,0	198,0	193,5	155,0
СЛ ₁₃ 3870	189,0	192,0	190,5	174,0
НСР ₀₅	8,2			

В результате дисперсионного анализа показателей $L_{1i} + L_{2i} - P_i$ было установлено отсутствие эффекта эпистаза, так как $F_{\text{факт.}} = 1,687$ значительно ниже $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$ (табл. 2).

Таблица 2

Тест на эпистаз методом двутестерного анализа родительских линий подсолнечника по признаку высоты растений

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общее	22817,9	29	786,8		
Линии	10058,5	9	1117,6	1,687	2,460
Повторности	834,1	2	417,0		
Ошибка	11925,3	18	662,5		

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

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

Полученные цифровые данные свидетельствуют о значительном влиянии аддитивных взаимодействий генов в

контроле признака высоты растений у изученных нами межлинейных гибридов подсолнечника, так как $F_{\text{факт.}} = 3,354$, что значительно выше $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$. Параметр аддитивности D составил 511,292.

Таблица 3

Тест на аддитивность методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку высоты растений

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общее	7625,2	29	262,9		
Линии	4751,2	9	527,9	3,354	2,460
Повторности	40,2	2	20,1		
Ошибка	2,8	18	157,4		

Аналогичным образом был осуществлен дисперсионный анализ разностей ($L_{1i} - L_{2i}$) (табл. 4). При этом рассчитан параметр доминирования $H_1 = 103,332$ и степень доминирования $\sqrt{H_1/D} = 0,450$, однако критерий $F_{\text{факт.}} = 1,464$ при $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$ свидетельствует о несущественном влиянии доминирования в проявлении изучаемого признака.

Таблица 4

Тест на доминирование методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку высоты растений

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общая	2920,8	29	100,7		
Линий	1078,8	9	119,9	1,464	2,460
Повторностей	368,6	2	184,3		
Ошибка	1473,4	18	81,9		

Сводные данные высоты растений, полученные в 2014 г., представлены в таблице 5.

Наиболее высокими показателями изучаемого признака обладают линии СЛ₁₃2310 (170 см), СЛ₁₃2196 (168,0 см) и СЛ₁₃3870 (172,0 см), среди гибридов выделяются те, у которых отцовскими компонентами были линии СЛ₁₃2310 (185,0 см), СЛ₁₃3854 (193,5 см), СЛ₁₃2196 (187,3 см) и СЛ₁₃3870 (190,5 см).

Таблица 5

Высота растений гибридов подсолнечника, полученных от двух тестеров

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Линия опылитель	Высота растений гибридов, см		Средняя высота растения, см	
	тестер ВА 93А	тестер Кубанский 93А	гибридов	линии-опылителя
СЛ ₁₃ 2266	144,0	175,0	159,5	141,0
СЛ ₁₃ 2286	161,0	177,0	169,0	99,0
СЛ ₀₅ 16	165,0	194,0	179,5	147,0
ВК654	171,0	178,0	174,5	125,0
СЛ ₁₃ 2260	179,0	184,3	181,7	118,0
СЛ ₁₃ 2196	179,7	195,0	187,3	168,0
СЛ ₁₃ 2272	182,0	191,0	186,5	151,0
СЛ ₁₃ 2310	183,0	187,0	185,0	170,0
СЛ ₁₃ 3870	189,0	192,0	190,5	172,0
СЛ ₁₃ 3854	190,0	197,0	193,5	154,0
НСР ₀₅	7,9			

В целом, судя по двум годам исследований, наиболее высокими были линии СЛ₁₃2310, СЛ₁₃2196 и СЛ₁₃3870, среди гибридов оказались те, у которых отцовскими формами служили линии СЛ₁₃3854, СЛ₁₃2196 и СЛ₁₃3870 (табл. 1, 5).

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

Таблица 6

Тест на эпистаз методом двутестерного анализа родительских линий подсолнечника по признаку высоты растений

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общее	17344,7	29	598,1		
Линии	8867,4	9	985,3	2,197	2,460
Повторности	405,6	2	202,8		
Ошибка	8071,7	18	448,4		

Полученные цифровые данные свидетельствуют об отсутствии эпистатического эффекта, так как $F_{\text{факт.}} = 2,197$ было значительно ниже $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$, что позволило осуществить тесты на аддитивность и доминирование.

В результате проведения анализа сумм $L_{1i} + L_{2i}$ вычислили параметр аддитивности $D = 839,157$, при этом критерий Фишера $F_{\text{факт.}}$ составил 3,001, что существенно

выше $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$, следовательно, в наследование признака высоты растений у изучаемых нами линий существенный вклад вносит аддитивное взаимодействие генов (табл. 7).

Таблица 7

Тест на аддитивность методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку высоты растений

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общее		29	455,4		
Линии	7797,2	9	866,4	3,001	2,460
Повторности	212,6	2	106,3		
Ошибка	5196,7	18	288,7		

Осуществление дисперсионного анализа разностей ($L_{1i} - L_{2i}$) позволило вычислить параметр доминирования $H_1 = 178,480$ и степень доминирования $\sqrt{H_1/D} = 0,461$, однако $F_{\text{факт.}} = 2,187$, что ниже $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$, следовательно, влияние доминирования не существенно (табл. 8).

Таблица 8

Тест на доминирование методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку высоты растений

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общее	3592,7	29	123,9		
Линии	1863,3	9	207,0	2,187	2,460
Повторности	25,3	2	12,6		
Ошибка	1704,1	18	94,7		

Выводы. В наследовании признака высота растений у межлинейных гибридов подсолнечника на ЦМС-основе эпистаз отсутствовал. Основную роль в генетическом контроле этого признака у изученных нами линий подсолнечника играет аддитивное взаимодействие генов. Наиболее перспективным направлением использования изученных нами селекционных материалов в процессе регулирования высоты растений гибридов подсолнечника (при создании материнских линий) является рекуррентный от-

бор на ОКС, кумулятивная селекция и конвергентное улучшение.

Список литературы

1. Никитчин Д.И. Подсолнечник // Масличные культуры. – Запорожье, 1996. – С. 32–50.
2. Волгин В.В., Обыдало А.Д., Бочкарёв Б.Н. Характеристика хозяйственно-биологических признаков гибридов подсолнечника различного происхождения и корреляции между ними // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 3 (163). – С. 16–23.
3. Волгин В.В., Обыдало А.Д., Бочкарёв Б.Н. Сравнительная характеристика хозяйственно полезных признаков материнских линий подсолнечника различного происхождения и корреляции между ними // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 1 (173). – С. 10–21.
4. Skoric D. Possibilities of using heterosis based on male sterility of sunflower: PhD Thesis. – Novi Sad, 1975. – P. 1–148.
5. Ivanove P., Stoyanova Y. Studies on the genotypic and fenotypic variability correlations in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Proc of 9th Intern. Sunfl. Conf., Torremolinos, Spain, 1980. – Vol. 1. – P. 336–342.
6. Doddamari I.K., Patil S.A., Ravikumar R.L. Relationship of autogamy and selffertility with seed and yields components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Helia. – 1997. – 20 (26). – P. 95–102.
7. Stancovic V. Phenotypic and correlations of morphological traits and yield components of protein sunflower (*Helianthus annuus* L.): M.Sc. Thesis. – University of Novi Sad, 2005. – P. 1–68.
8. Ананьева С.В. Гибридологический анализ некоторых признаков подсолнечника // Физиологическая спелость озимых и яровых хлебов и подсолнечника: Труды Саратовской опытной станции. – М.: ВАСХНИИЛ, 1936. – С. 15–21.
9. Морозов В.К. Селекция подсолнечника в СССР. – М.: Пищепромиздат, 1947. – С. 1–247.
10. Rao N.M., Singh B. Inheritance of some quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Pak. J. Res. – 1977. – Vol. 2. – P. 144–146.
11. Cecconi F.C., Pugliesi C., Barocelli S., Rossa M. Genetic analysis for some agronomical characters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) diallel cross // Helia. – 1987. – 10. – P. 21–27.
12. Hladni N., Skoric D., Kraljevic-Balalic M. Influence of gens on plant height (*Helianthus*

annuus L.) // *Agroznanje*. – 2005. – VI. – 2. – P. 73–81.

13. *Волотович А.А., Прохоренко О.В.* Эффекты комбинационной способности и гетерозиса подсолнечника // Сб. докл. 3-й междунар. конф. молод. уч. и спец. «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур». – Краснодар, 2005. – С. 3–8.

14. *Вольф В.Г., Думачева Л.П.* Генотипическое влияние родительских линий на изменчивость хозяйственно ценных признаков у гибридов подсолнечника // *Селекция и семеноводство*. – Киев, 1973. – Вып. 24. – С. 36–43.

15. *Dua P.R., Yadava P.T.* Genetics of yield and its component in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina*. – 1985. – P. 627–632.

16. *Skoric D., Josic S., Molnar R.* General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower // *Proc. 15th Intern. Sunfl. Conf., Toulouse, France, June 12–15, 2000*. – Vol. 2. – P. 23–29.

17. *Hladni N., Skoric D., Kralevic-Balalic M.* Components of variance of morphological traits (*Helianthus annuus* L.) // *Conference Proceedings from 41st Counseling on oil production*. – 2002. – P. 39–45.

18. *Tyagi A.P.* Combining ability analysis for yield components and maturity traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Proc. of 12th Intern. Sunfl. Conf., Novi Sad, Yugoslavia, 1988*. – P. 489–493.

19. *Gangappa E., Channacrishnaian K.M., Thakur C., Ramesh S.* Genetic architecture of yield and its attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia*. – 1997. – 20 (27). – P. 85–94.

20. *Skoric D.* Possibilities of using heterosis on male sterility for sunflower: Ph.D. Thesis. – University of Novi Sad, Agriculture Facility, 1975. – P. 1–148.

21. *Marincovic R.* Inheritance of leaf area in the F₁ generation and components of genetic variability // *Archives of Agricultural Science*. – 1980. – 41 (143). – P. 385–392.

22. *Hladni N., Skoric D., Kralevic-Balalic M.* Interdependence of sunflower yield and its components // *Conference Proceedings from the 1st International Symposium «Food in the 21st century», Subotica, Serbia and Montenegro, 2001*. – P. 162–167.

23. *Miller J.F., Fick G.N.* The genetics of sunflower // *Sunflower Technology and Production: Agronomy monograph / Schneiter A.A. (Ed.)*. –

American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 1997. – P. 441–495.

24. *Гаврилова В.А., Анисимова И.Н.* Генетика культурных растений. Подсолнечник. – Санкт-Петербург, 2003. – 181 с.

25. *Fick G.N.* Sunflower breeding and genetics // *Sunflower science and technology: Agron. monograph / J.F. Carter (Ed.)*. – 1978. – 19. – P. 279–337.

26. *Vranceanu A.V.* Sunflower. – Academy of Romania Socialist Republic, 1974. – P. 1–332.

27. *Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф. [и др.]*. Методика проведения полевых опытов с масличными культурами. – Краснодар, 2010. – 327 с.

28. *Доснехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

29. *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.

30. *Сорокин О.Д.* BIOGEN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: oddsoft.narod.ru.

References

1. *Nikitchin D.I.* Podsolnechnik // *Maslichnye kul'tury*. – Zaporozh'e, 1996. – S. 32–50.

2. *Volgin V.V., Obydalo A.D., Bochkarev B.N.* Kharakteristika khozyaystvenno-biologicheskikh priznakov gibridov podsolnechnika razlichnogo proiskhozhdeniya i korrelyatsii mezhdu nimi // *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK*. – 2015. – Vyp. 3 (163). – S. 16–23.

3. *Volgin V.V., Obydalo A.D., Bochkarev B.N.* Sravnitel'naya kharakteristika khozyaystvenno poleznykh priznakov materinskikh liniy podsolnechnika razlichnogo proiskhozhdeniya i korrelyatsii mezhdu nimi // *Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK*. – 2018. – Vyp. 1 (173). – S. 10–21.

4. *Skoric D.* Possibilities of using heterosis based on male sterility of sunflower: PhD Thesis. – Novi Sad, 1975. – P. 1–148.

5. *Ivanove P., Stoyanova Y.* Studies on the genotypic and fenotypic variability correlations in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *The 9th Intern. Sunfl. Conf., Tooremolinos, Spain*. – 1980. – P. 336–342.

6. *Doddamari I.K., Patil S.A., Ravikumar R.L.* Relationship of autogamy and selffertility with seed and yields components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia*. – 1997. – 20 (26). – P. 95–102.

7. Stancovic V. Phenotypic and correlations of morphological traits and yield components of protein sunflower (*Helianthus annuus* L.): M.Sc. Thesis. – University of Novi Sad, 2005. – P. 1–68.
8. Anan'eva S.V. Gibridologicheskiy analiz nekotorykh priznakov podsolnechnika // Fiziologicheskaya spelost' ozimyykh i yarovyykh khlebov i podsolnechnika // Trudy Saratovskoy opytnoy stantsii. – M.: VASKhNIIL, 1936. – S. 15–21.
9. Morozov V.K. Seleksiya podsolnechnika v SSSR. – M.: Pishchepromizdat, 1947. – S. 1–247.
10. Rao N.M., Singh B. Inheritance of some quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Pak. J. Res. – 1977. – Vol. 2. – P. 144–146.
11. Cecconi F.C., Pugliesi C., Barocelli S., Rossa M. Genetic analysis for some agronomical characters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) diallel cross // *Helia*. – 1987. – 10. – P. 21–27.
12. Hladni N., Scoric D., Kralevic-Balalic M. Influence of gens on plant height (*Helianthus annuus* L.) // *Agroznanje*. – Banja Luka. Republika Srpska, 2005. – VI. – 2. – P. 73–81.
13. Volotovych A.A., Prokhorenko O.V. Effekty kombinatsionnoy sposobnosti i geterozisa podsolnechnika // Sb. dokl. 3-y mezhdunar. konf. molod. uch. i spets. «Aktual'nye voprosy seleksii, tekhnologii i pererabotki maslichnykh kul'tur». – Krasnodar, 2005. – S. 3–8.
14. Vol'f V.G., Dumacheva L.P. Genotipicheskoe vliyanie roditel'skikh liniy na izmenchivost' khozyaystvenno tsennykh priznakov u gibridov podsolnechnika // Seleksiya i semenovodstvo. – Kiev, 1973. – Vyp. 24. – S. 36–43.
15. Dua P.R., Yadova P.T. Genetics of yield and its component in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina. – 1985. – P. 627–632.
16. Skoric D., Josic S., Molnar R. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower // Proc. 15th Intern. Sunfl. Conf., Toulouse, France, June 12–15, 2000. – Vol. 2. – P. 23–29.
17. Hladni N., Scoric D., Kralevic-Balalic M. Components of variance of morphological traits (*Helianthus annuus* L.) // Conference Proceedings from 41st Counseling on oil production. – 2002. – P. 39–45.
18. Tyagi A.P. Combining ability analysis for yield components and maturity traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Proc. of 12th Intern. Sunfl. Conf., Novi Sad, Yugoslavia – 1988. – P. 489–493.
19. Gangappa E., Channacrishnaian K.M., Thakur C., Ramesh S. Genetic architecture of yield and its attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia*. – 1997. – 20 (27). – P. 85–94.
20. Skoric D. Possibilities of using heterosis on male sterility for sunflower: Ph.D. Thesis. – University of Novi Sad, Agriculture Faculty, 1975. – P. 1–148.
21. Marincovic R. Inheritance of leaf area in the F1 generation and components of genetic variability // Archives of Agricultural Science. – 1980. – 41 (143). – P. 385–392.
22. Hladni N., Scoric D., Kralevic-Balalic M. Interdependence of sunflower yield and its components // Conference Proceedings from the 1st International Symposium «Food in the 21st century». – Subotica, Serbia and Montenegro. – 2001. – P. 162–167.
23. Miller J.F., Fick G.N. The genetics of sunflower // Sunflower Technology and Production: Agronomy monograph / Schneiter A.A. (Ed.). – American Society of Agronomy. Inc., CSSA, SSSA. Inc. Madison, Wisconsin, USA, 1997. – P. 441–495.
24. Gavrilova V.A., Anisimova I.N. Genetika kul'turnykh rasteniy. Podsolnechnik. – Sankt-Peterburg, 2003. – 181 s.
25. Fick G.N. Sunflower breeding and genetics // Sunflower science and technology: Agron. monograph / J.F. Carter (Ed.). – 1978. – 19. – P. 279–337.
26. Vranceanu A.V. Sunflower. – Academy of Romania Socialist Republic, 1974. – P. 1–332.
27. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Baranov V.F. [i dr.]. Metodika provedeniya polevykh opytov s maslichnymi kul'turami. – Krasnodar, 2010. – 327 s.
28. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
29. 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.
30. Sorokin O.D. BIOGEN [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: oddsoft.narod.ru.

Получено: 26.09.2019 Принято: 11.11.2019
 Received: : 26.09.2019 Accepted: 11.11.2019