

УДК 633.854.78:631.523

## ФЕНОТИПИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКА МАСЛИЧНОСТИ СЕМЯНОК У МЕЖЛИНЕЙНЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

**В.В. Волгин,**  
доктор сельскохозяйственных наук  
**А.Д. Обыдало,**  
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. Фенотипическое проявление признака масличности семянков у межлинейных гибридов подсолнечника // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 13–18.

**Ключевые слова:** подсолнечник, линии, гибриды, наследование, масличность семянков, эпистаз, доминирование, аддитивное взаимодействие генов.

Опыты по изучению наследования признака масличности семянков у межлинейных гибридов подсолнечника на ЦМС-основе проводили в 2012–2014 гг. на полях центральной экспериментальной базы ВНИИМК, г. Краснодар. В качестве материнских компонентов использовали две ЦМС-формы (линия ВА 93 А со средней масличностью семянков 43,2 % и простой гибрид Кубанский 93 А с более высоким показателем этого признака – 46,8 %). Отцовскими компонентами служили 10 фертильных линий различного происхождения, обладающие высокой или средней комбинационной способностью по масличности семянков. Опыление материнских линий осуществляли в 2012 г. Полученные гибриды в количестве 20 образцов и их родительские формы в 2013–2014 гг. изучали по признаку масличности семянков. Результаты, полученные в процессе исследований, свидетельствуют о том, что у изученных нами межлинейных гибридов подсолнечника на ЦМС-основе наследование признака масличности семянков было обусловлено влиянием аддитивного взаимодействия генов и доминирования. Для по-

вышения масличности семянков изученных нами селекционных материалов целесообразно использовать методы периодического отбора на ОКС, конвергентное улучшение и кумулятивную селекцию.

UDC 633.854.78:631.523

## Phenotypic display of a trait oil content in seeds in interline sunflower hybrids.

**Volgin V.V.**, doctor of agriculture  
**Obydalo A.D.**, junior researcher

FGBNU VNIIMK  
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia  
Tel.: (861) 254-29-29  
E-mail: vniimk@vniimk.ru

**Key words:** sunflower, lines, hybrids, inheritance, oil content of seeds, epistasis, dominance, additive gen interaction.

Experiments on studying of inheritance of a trait oil content in seeds in interline sunflower CMS-hybrids were conducted in fields of the All-Russian research institute of oil crops, Krasnodar, Russia, in 2012–2014. Two CMS-forms (a line VA 93 A with a middle oil content in seeds – 43.2% and a simple hybrid Kubansky 93 A with a higher content – 46.8%) were used as maternal components. As paternal components, 10 fertile lines of the different origin having high or average combining ability on oil content were involved. Pollination of the maternal lines was done in 2012. The obtained 20 hybrids and their parental forms were studied on the trait oil content in seeds in 2013–2014. Results showed that inheritance of the trait oil content in seeds in studied interline sunflower CMS-hybrids was caused by influence of the additive gen interaction and dominance. To increase oil content in seeds of the studied parental germplasm it is reasonable to use the methods of recurrent selection for a common combining ability, convergent improvement and cumulative breeding.

**Введение.** Наряду с урожайностью, масличность семянков подсолнечника является наиболее важным признаком, характеризующим продуктивность этой культуры. Величина этого признака во многом зависит от масличности собственно семени или ядра и соотношения его массы к соответствующему показателю луски. Чем меньше процентное соотно-

шение лужги, тем выше масличность семян [1].

Изучение и знание механизмов наследования этого признака является значительным подспорьем в селекции высокогетерозисных гибридов подсолнечника.

J.M. Fernandez-Martinez et al. [2] и С.М. Areco et al. [3] установили в своих опытах наличие доминирования над низкомасличным родителем, в то время как G.N. Fick [4], A. Kovacik и V. Skaloud [5] и R. Marinković [6] отметили доминирование над лучшим родителем. Наряду с этим D. Skorić [7] выявил в наследовании масличности семян в первом гибридном поколении частичное доминирование. На наличие доминирования и эпистаза в наследовании этого признака указывали А.А. Вологович и О.В. Прохоренко [8]. В отличие от них М. Gazala [9] отмечал отсутствие доминирования и вероятность того, что за наследуемость масличности отвечает одна из двух пар генов, сопровождаемая второстепенными генами. В.К. Морозов [10], Y. Stoyanova и P. Ivanov [11], H.S. Gill и M.S. Punia [12] выявили наличие сверхдоминирования. Гетерозис по масличности семян подсолнечника наблюдался в опытах D. Skorić [13], J. Joksimović [14] и D. Skorić et al. [15].

E.D. Putt [16], В.Г. Вольф и Л.Р. Думачева [17], D. Skorić [7] и S. Bedov [18] выявили наличие аддитивного взаимодействия генов в процессе наследования масличности семян подсолнечника.

D. Skorić et al. [15] при анализе 100 гибридов, 20 линий и пяти тестеров обнаружил наличие аддитивного и неаддитивного взаимодействия генов в наследовании масличности семян подсолнечника.

Таким образом, полученные ранее данные противоречивы, что, по-видимому, обусловлено наследственностью изучаемого селекционного материала и влиянием условий его выращивания. Учитывая вышеотмеченное и то, что в последнее время нами созданы новые линии подсолнечника, была поставлена задача изучить генетический контроль

признака масличности у межлинейных гибридов подсолнечника.

**Материалы и методы.** Исследования осуществляли в 2012–2014 гг. на полях центральной экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИМК, г. Краснодар. Объектом исследований служили 10 фертильных линий-закрепителей стерильности пыльцы подсолнечника: СЛ<sub>13</sub>2310, СЛ<sub>13</sub>3854, ВК 654, СЛ<sub>05</sub>16, СЛ<sub>13</sub>2196, СЛ<sub>13</sub>2272, СЛ<sub>13</sub>3870, СЛ<sub>13</sub>2286, СЛ<sub>13</sub>2260 и СЛ<sub>13</sub>2266. Все отцовские линии обладают высокой или средней комбинационной способностью по признаку масличности семян. Тестерами служили: материнская линия ВА 93 А, отличающаяся низкой масличностью семян 43,2 %, и простой гибрид Кубанский 93 А с более высоким показателем – 46,8 %.

В 2012 г. провели гибридизацию 10 линий-опылителей с двумя ЦМС-формами под изоляторами типа «рукав», в результате чего были получены семена 20 гибридов.

В 2013 и 2014 гг. все гибриды и родительские формы выращивались в полевых условиях на четырехрядных делянках площадью 24,5 м<sup>2</sup>, в трехкратной повторности, густота стояния растений составила 55–60 тыс. шт./га. При уборке комбайном обмолачивались два центральных ряда делянки на площади 12,2 м<sup>2</sup>.

Масличность семян определяли методом ядерно-магнитного резонанса.

Достоверность различий между вариантами опыта (НСР<sub>05</sub>) вычисляли методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова [19].

Наследование признака масличности семян у межлинейных гибридов определяли методом двутестерного анализа по методике, предложенной J.L. Jinks et al. [20]. Этот метод в генетике количественных признаков позволяет сократить количество скрещиваний, равное  $n^2$ , при диаллельном анализе до  $2n$ . При сопоставлении результаты обоих методов оказались идентичными.

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 желательнее 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 [21].

**Результаты и обсуждение.** В 2013 и 2014 гг. изучали проявление признака масличность семян у 20 гибридов и их родительских компонентов: двух ЦМС-форм (линия ВА 93 А со средней масличностью семян 43,2 % и простой стерильный гибрид Кубанский 93 А с более высоким показателем – 46,8 %) и 10 фертильных линий различного происхождения, отличающихся высокой и средней комбинационной способностью по масличности семян.

В таблице 1 приведены сводные данные средней масличности семян межлинейных гибридов и их родительских компонентов.

Таблица 1

**Средняя масличность семян родительских линий и гибридов подсолнечника, %**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

Линия-опылитель	Гибрид опылителя с тестером		Среднее	
	ВА 93	Куб. 93	гибридов	линии-опылителя
СЛ <sub>13</sub> 2310	47,90	47,83	47,867	41,867
СЛ <sub>13</sub> 3854	45,30	46,00	45,650	43,233
ВК654	49,10	49,60	49,350	43,167
СЛ <sub>05</sub> 16	48,80	48,40	48,600	42,133
СЛ <sub>13</sub> 2196	48,50	46,80	47,650	43,000
СЛ <sub>13</sub> 2272	45,40	45,80	45,600	42,167
СЛ <sub>13</sub> 3870	45,10	44,90	45,000	43,333
СЛ <sub>13</sub> 2286	46,00	45,30	45,650	42,867
СЛ <sub>13</sub> 2260	49,80	49,30	49,550	43,100
СЛ <sub>13</sub> 2266	45,20	45,70	45,450	43,000

Дисперсионный анализ показателей ( $L_{1i} + L_{2i} - P$ ) позволил установить отсутствие эпистаза в наследовании признака масличности семян у изученных гибридов подсолнечника, так как  $F_{05 \text{ факт.}} = 1,930$  при  $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$  (табл. 2).

Таблица 2

**Тест на эпистаз методом двутестерного анализа родительских линий подсолнечника по признаку масличность семян**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общее	430,355	29	14,839		
Линии	205,868	9	22,874	1,930	2,460
Повторность	11,145	2	5,572	0,375	
Ошибка	213,322	18	11,851		

При дисперсионном анализе цифровых данных сумм ( $L_{1i} + L_{2i}$ ) было выявлено, что параметр доминирования D составил 24,275, критерий  $F_{05 \text{ факт.}} = 6,315$ , что намного выше  $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$ , а это свидетельствует о значительном влиянии аддитивного взаимодействия генов в контроле признака масличности семян (табл. 3).

Таблица 3

**Тест на аддитивность методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку масличность семян**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05 \text{ табл.}}$
Общее	359,978	29	12,413		
Линии	273,032	9	30,337	6,315	2,460
Повторность	0,473	2	0,236		
Ошибка	86,474	18	4,804		

Такой же анализ разностей ( $L_{1i} - L_{2i}$ ) позволил вычислить величину параметра доминирования  $H_1 = 0,666$  и степень доминирования  $\sqrt{H_1/D} = 0,166$  (табл. 4), при этом  $F_{\text{факт.}} = 1,604$ , что ниже  $F_{05 \text{ табл.}} = 2,460$ . Из выше отмеченного следует, что в 2013 г. доминирование в проявлении признака масличности отсутствовало.

Таблица 4

**Тест на доминирование методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку масличность семян**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2013 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05 табл.</sub>
Общее	32,735	29	1,129	-	-
Линии	14,308	9	1,590	1,604	2,460
Повторность	0,585	2	0,292	-	-
Ошибка	17,842	18	0,991	-	-

Параметр доминирования  $H_1 = 0 < 666$ Степень доминирования  $\sqrt{H_1/D} = 0,166$ 

В 2014 г. были осуществлены аналогичные испытания гибридов и их родительских компонентов, сводные данные их масличности представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Средняя масличность семян родительских линий и гибридов подсолнечника, %**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

Линия-опылитель	Гибрид опылителя с тестером		Среднее	
	ВА 93	Куб. 93	гибридов	линии-опылителя
СЛ <sub>13</sub> 2310	47,27	48,40	47,833	41,533
СЛ <sub>13</sub> 3854	44,93	47,10	46,017	42,267
ВК654	48,60	48,63	48,617	42,200
СЛ <sub>05</sub> 16	48,90	48,03	48,467	43,533
СЛ <sub>13</sub> 2196	47,83	46,67	47,250	40,800
СЛ <sub>13</sub> 2272	45,87	45,60	45,733	43,067
СЛ <sub>13</sub> 3870	44,77	44,80	44,783	43,533
СЛ <sub>13</sub> 2286	45,23	45,33	45,283	44,800
СЛ <sub>13</sub> 2260	49,80	48,53	49,167	43,700
СЛ <sub>13</sub> 2266	44,00	45,03	44,517	40,467

Результаты дисперсионного анализа величин  $(L_{1i} + L_{2i} - P)$  свидетельствуют об отсутствии эффекта эпистаза с проявлениями признака масличности семян, так как  $F_{факт.} = 2,133$  при  $F_{05 табл.} = 2,460$  (табл. 6).

Таблица 6

**Тест на эпистаз методом двутестерного анализа родительских линий подсолнечника по признаку масличность семян**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05 табл.</sub>
Общее	507,654	29	17,505	-	-
Линии	255,687	9	28,410	2,133	2,460
Повторность	12,309	2	6,154	0,462	-
Ошибка	239,638	18	13,314	-	-

В процессе анализа цифровых данных сумм  $(L_{1i} - L_{2i})$  было установлено, что параметр доминирования  $D$  составил 23,063, а критерий  $F_{факт.} = 3,550$ , что выше  $F_{05 табл.} = 2,460$ , что свидетельствует о наличии аддитивного взаимодействия генов в наследовании изучаемого признака у межлинейных гибридов подсолнечника (табл. 7).

Таблица 7

**Тест на аддитивность методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку масличность семян**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05 табл.</sub>
Общее	339,327	29	11,701	-	-
Линии	215,247	9	23,916	3,550	2,460
Повторность	2,817	2	1,408	-	-
Ошибка	121,263	18	6,736	-	-

Проведение дисперсионного анализа разностей  $(L_{1i} - L_{2i})$  позволило вычислить параметр доминирования  $H_1 = 2,102$  и степень доминирования  $\sqrt{H_1/D} = 0,302$  и сделать заключение о присутствии доминирования в генетическом контроле масличности семян (табл. 8).

Таблица 8

**Тест на доминирование методом двутестерного анализа линий подсолнечника по признаку масличность семян**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2014 г.

	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05 табл.</sub>
Общее	32,735	29	1,129	-	-
Линии	14,308	9	1,590	1,604	2,460
Повторность	0,585	2	0,292	-	-
Ошибка	17,842	18	0,991	-	-

Параметр доминирования  $H_1 = 2,102$ Степень доминирования  $\sqrt{H_1/D} = 0,302$ 

Учитывая результаты наших исследований, можно сделать заключение о целесообразности использования применительно к изученному селекционному материалу подсолнечника следующих методов селекции:

- периодического отбора на общую комбинационную способность (ОКС),

предложенного Дж. Спрэггом [22], основанного на оценке селекционного материала по общей комбинационной способности;

- конвергентного улучшения, предложенного F.D. Richey [23] для улучшения линий кукурузы;

- метода кумулятивной селекции, предложенного F.D. Richey [24], который как и периодический отбор на ОКС и конвергентное улучшение, основан на признании гипотезы доминирования.

**Выводы.** Влияние эпистаза в наследовании признака масличность семян у изученных нами межлинейных гибридов подсолнечника не было обнаружено. Генетический контроль изучаемого признака в основном осуществлялся под влиянием аддитивного взаимодействия генов и доминирования. Такие методы селекции, как периодический отбор на ОКС, конвергентное улучшение и кумулятивная селекция, могут вполне успешно использоваться для повышения масличности семян изученных линий подсолнечника в процессе селекции.

### Список литературы

1. Дьяков А.Б. О предельной масличности семян и перспективах селекции подсолнечника // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1997. – № 1. – С. 19–22.

2. Fernandez-Martinez J.M., Marquez E., Ortiz J. Genetica del contenido en aceite de la semilla de girasol (*H. annuus* L.) // Comunicaciones Inst. National de Investifaciones Agraris. Cerie Production Vegetal. – 1979. – 10. – P. 93–100.

3. Areco C.M., Alvarez D. and Ljubic A. Diallel analysis of grain yield and oil content in six sunflower cultivars // Proc. of 11<sup>th</sup> Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina, March 10–13, 1985. – Vol. 1. – P. 755–759.

4. Fick G.N. Heritability of oil content in sunflower (*H. annuus* L.) // Crop. Sci. – 1975. – No 15. – P. 77–78.

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

6. Marinkovic R. The mode of inheritance of seed yields and some yield components by crossbreeding

different inbred lines of sunflower: PhD thesis. – University of Novi Sad. Faculty of Agriculture. – Novi Sad, 1984. – P. 17–19.

7. Шкорич Д. Характер наследования содержания масла в семенах первого поколения и компоненты генетической изменчивости подсолнечника // Мат-лы VII-й междунар. конф. по подсолнечнику, 27 июня–3 июля 1976. – М.: Колос, 1976. – С. 191–195.

8. Волотович А.А., Прохоренко О.В. Эффекты комбинационной способности и гетерозиса у подсолнечника // Сборник докладов 3-й междунар. конф. молод. уч. и спец. «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур», Краснодар, 28–30 марта 2005. – С. 3–8.

9. Gazala M. Inheritance of oil percent in sunflower seeds // *Helia*. – 1983. – No 6. – P. 13–16.

10. Морозов В.К. Селекция подсолнечника в СССР. – М., 1947. – 274 с.

11. Stoyanova Y., Ivanov P. Inheritance of oil and protein content in first hybrid progeny of sunflower. *Rasteievud. Nauk.* – 1975. – 12 (9). – P. 30–35.

12. Gill H.S., Punia M.S. Expression of heterosis in single, double and three-way cross hybrids in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia*. – 1996. – 19 (25). – P. 111–118.

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

14. Joksimovic J. Evaluation of combining abilities in some inbred lines: PhD thesis. – University of Novi Sad. Faculty of Agriculture. – 1992. – P. 1–157.

15. Skoric D., Josic S., Molnar L. General [GSA] and specific [SCA] combining abilities in sunflower // Proc. of 15<sup>th</sup> Intern. Sunfl. Conf., Toulouse, France, June 12–15, 2000. – Vol. 2. – P. 23–29.

16. Putt E.D. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from diallel cross in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Can. J. Plant Sci.* – 1966. – 46. – No 1. – P. 59–67.

17. Вольф В.Г., Думачева Л.П. Генотипическое влияние родительских форм на изменчивость хозяйственно ценных признаков у гибридов подсолнечника // Селекция и семеноводство. – Киев, 1975. – Вып. 24. – С. 36–43.

18. Bedov S. A study of combining ability for oil and protein contents in seed of different sunflower inbreds // Proc. of 11<sup>th</sup> Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina, March 10–13, 1985. – Vol. 2. – P. 675–682.

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

20. 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. – V. 24. – No 6. – P. 45–57.

21. *Сорокин О.Д.* Пакет программ BIOGEN. – [Электронный ресурс]. – URL: odssoft.narod.ru.

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

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

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

## References

1. D'yakov A.B. O predel'noy maslichnosti semyan i perspektivakh selektsii podsolnechnika // *Doklady VASKhNIL*. – M., 1997. – № 1. – S. 19–22.

2. Fernandez-Martinez J.M., Marquez E., Ortiz J. Genetica del contenido en aceite de la semilla de girasol (*H. annuus L.*) // *Comunicaciones Inst. National de Investifaciones Agraris. Cerie Production Vegetal*. – 1979. – 10. – P. 93–100.

3. Areco C.M., Alvarez D. and Ljubic A. Diallel analysis of grain yield and oil content in six sunflower cultivars // *Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina, March 10–13, 1985*. – Vol. 1. – P. 755–759.

4. Fick G.N. Heritability of oil content in sunflower (*H. annuus L.*) // *Crop. Sci.* – 1975. – No 15. – P. 77–78.

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

6. Marinkovic R. The mode of inheritance of seed yields and some yield components by crossbreeding different inbred lines of sunflower: PhD thesis. – Novi Sad, 1984. – P. 17–19.

7. Shkorich D. Kharakter nasledovaniya soderzhaniya masla v semenakh pervogo pokoleniya i komponenty geneticheskoy izmenchivosti podsolnechnika // *Mat-ly VII-y mezhdunar. konf. po podsolnechniku, 27 iyunya–3 iyulya 1976*. – M.: Kolos, 1976. – С. 191–195.

8. Volotovich A.A., Prokhorenko O.V. Effekty kombinatsionnoy sposobnosti i geterozisa u podsolnechnika // *Sbornik dokladov 3-y mezhdunar. konf. molod. uch. i spets. «Aktual'nye voprosy selektsii, tekhnologii i pererabotki maslichnykh kul'tur»*, Krasnodar, 28–30 marta 2005. – С. 3–8.

9. Gazala M. Inheritance of oil percent in sunflower seeds // *Helia*. – 1983. – No 6. – P. 13–16.

10. Morozov V.K. *Selektsiya podsolnechnika v SSSR*. – M., 1947. – 274 s.

11. Stoyanova Y., Ivanov P. Inheritance of oil and protein content in first hybrid progeny of sunflower. *Rastenievud. Nauk.* – 1975. – 12 (9). – P. 30–35.

12. Gill H.S., Punia M.S. Expression of heterosis in single, double and three-way cross hybrids in sunflower (*Helianthus annuus L.*) // *Helia*. – 1996. – 19 (25). – P. 111–118.

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

14. Joksimovic J. Evaluation of combining abilities in some inbred lines: PhD thesis. – Novi Sad, 1992. – P. 1–157.

15. Skoric D., Josic S., Molnar L. General [GSA] and specific [SCA] combining abilities in sunflower // *Proc. of 15th Intern. Sunfl. Conf., Toulouse, France, June 12–15, 2000*. – Vol. 2. – P. 23–29.

16. Putt E.D. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from diallel cross in sunflower (*Helianthus annuus L.*) // *Can. J. Plant Sci.* – 1966. – 46. – No 1. – P. 59–67.

17. Vol'f V.G., Dumacheva L.R. Genotipicheskoe vliyanie roditel'skikh form na izmenchivost' khozyaystvenno tsennykh priznakov u gibridov podsolnechnika // *Selektsiya i semenovodstvo*. – Kiev, 1975. – Vyp. 24. – С. 36–43.

18. Bedov S. A study of combining ability for oil and protein contents in seed of different sunflower inbreds // *Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina, March 10–13, 1985*. – Vol. 2. – P. 675–682.

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

20. 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. – V. 24. – No 6. – P. 45–57.

21. Sorokin O.D. Пакет программ BIOGEN. – [Elektronnyy resurs]. – URL: odssoft.narod.ru.

22. Spreg Dzh. Rannie ispytaniya i periodicheskiy otbor // *Gibridnaya kukuruza*. – M.: Inostrannaya literatura, 1955. – С. 262–283.

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

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