

**ОСОБЕННОСТИ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ – РОДИТЕЛЬСКИХ КОМПОНЕНТОВ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА КОНДИТЕРСКОГО ТИПА****Е. Н. МАКЛЯК, В. В. КИРИЧЕНКО, А. Ю. УДОВИЧЕНКО,  
Н. Н. ЛЕОНОВА, В. С. ЛЮТЕНКО***Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН,  
г. Харьков, Украина, 61060, e-mail: yuriev1908@gmail.com**(Поступила в редакцию 27.01.2020)*

*В статье изложены результаты исследования особенностей комбинационной способности самоопыленных линий подсолнечника, предназначенных для создания гибридов кондитерского типа. При отборе кондитерских гибридов, наряду с уровнем урожайности, необходимо учитывать такие признаки, как масса 1000 семян, содержание масла и белка в ядре, содержание масла в семенах, лужжистость. Уровень проявления данных признаков самоопыленных линий и гибридов, полученных с их участием, изменяется в значительных пределах и зависит как от наследственных особенностей линий, так и от условий выращивания. В качестве материала для исследования использовали 10 самоопыленных линий с различными характеристиками и 90 гибридных комбинаций, полученных по полной диаллельной схеме скрещиваний.*

*Установлено существенную разницу между линиями по эффектам общей комбинационной способности (ОКС) и константам специфической комбинационной способности (СКС) по признакам «масса 1000 семян», «урожайность», «лужжистость», «содержание масла в семенах». Оценки эффектов ОКС по каждому признаку позволили выделить три группы линий. Первая группа – линии кондитерского типа X 72 Б, X 75 Б, X 51 Б, X 2301 В, X 63 Б с высокими эффектами ОКС, по массе 1000 семян, вторая – линии X 59 Б, VKL-1, VKL-4, X 1002 Б с низкими эффектами ОКС и высокой их изменчивостью в зависимости от условий среды; третья группа – линия X 1012 Б, с низким эффектом ОКС по массе 1000 семян независимо от условий среды. По остальным изученным признакам выявлены ценные линии, характеризующиеся стабильным проявлением эффектов ОКС. С участием линий, обладающих высокой комбинационной способностью по массе 1000 семян созданы гибриды кондитерского направления использования Гудвин, Насолода, Космос, занесённые в Государственный Реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине, а также перспективные гибридные комбинации.*

**Ключевые слова:** *подсолнечник, гибрид, кондитерский тип, хозяйственные признаки, самоопыленные линии, комбинационная способность.*

*The article describes capabilities of self-pollinated sunflower lines designed to create confectionery-type hybrids. When selecting confectionery hybrids, along with the yield level, it is necessary to take into account such characteristics as the weight of 1000 seeds, the oil and protein content in the kernel, the oil content in the seeds, and huskiness. The level of manifestation of these signs of self-pollinated lines and hybrids obtained with their participation varies significantly and depends on both the hereditary characteristics of the lines and the growing conditions. The material used for study was 10 self-pollinated lines with different characteristics and 90 hybrid combinations obtained by full diallelic cross pattern.*

*A significant difference was found between the lines according to the effects of general combinational ability (GCS) and the constants of specific combinational ability (SCS) according to the characteristics «weight of 1000 seeds», «yield», «huskiness», «oil content in seeds». Estimates of the effects of GCS for each feature allowed us to distinguish three groups of lines. The first group is the lines of confectionery type X 72 B, X 75 B, X 51 B, X 2301 V, X 63 B with high effects of GCS according to the weight of 1000 seeds; the second – lines X 59 B, VKL-1, VKL-4, X 1002 B with low effects of GCS and their high variability depending on environmental conditions; the third group is the X 1012 B line with a low GCS effect in the weight of 1000 seeds, regardless of environmental conditions. According to the rest of the studied signs, valuable lines were identified that are characterized by a stable manifestation of the effects of GCS. With the participation of lines with a high combining ability according to the weight of 1000 seeds, hybrids of the confectionery direction of use were created: Gudvin, Nasoloda, Kosmos, listed in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, as well as promising hybrid combinations.*

**Key words:** *sunflower, hybrid, confectionery type, economically valuable traits, self-pollinated lines, combining ability.*

**Введение**

Кондитерское использование подсолнечника является важным направлением пищевой отрасли. Существует стабильный спрос как на обрубленные, так и на целые семена крупноплодного подсолнечника. Селекция подсолнечника на крупноплодность предусматривает не только увеличение размера семян, но и изменение их физических и анатомических параметров. В одном сорте, гибриде или линии приходится совмещать множество различных признаков, усложняются задачи селекции [1, 2]. В связи с этим эффективность оценки исходных форм и методов создания селекционного материала играют решающую роль. Для сортов и гибридов подсолнечника кондитерского типа существуют определённые нормы показателей качества: масса 1000 семян – не менее 70,0 г, содержание сырого протеина – не менее 19 %, содержание масла в семенах – не более 42 % [3]. Для создания кондитерских гибридов нужны соответствующие родительские компоненты.

В литературе достаточно ограничены сведения относительно методики создания и оценки исходного и селекционного материала с комплексом признаков кондитерских качеств и относительно особенностей проявления комбинационной способности самоопыленных линий кондитерского типа [4]. Между тем определение комбинационной способности линий и ее изменчивости под влиянием раз-

личных условий выращивания является важным этапом создания гетерозисных гибридов и значительно повышает эффективность поиска лучших гибридных комбинаций для получения высокого эффекта гетерозиса [5, 6].

Целью исследований было изучение особенностей самоопыленных линий подсолнечника как родительских компонентов гибридов кондитерского типа.

Для этого были поставлены такие задачи: охарактеризовать самоопыленные линии по уровню проявления ценных хозяйственных признаков; определить общую (ОКС) и специфическую (СКС) комбинационные способности линий; рекомендовать лучшие линии в качестве родительских компонентов скрещиваний для создания гибридов кондитерского типа.

#### **Основная часть**

Исследования проводили на протяжении 2016–2018 гг. на полях научного севооборота Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, расположенного в Лесостепном агропочвенном районе Харьковской области на южной окраине Левобережной Лесостепи, в 15 км от г. Харьков (Восточная часть Левобережной Лесостепи Украины). Почвы в основном представлены мощным, слабо выщелоченным, тяжелосуглинисто-пылеватым чернозёмом на пылеватом-суглинистом карбонатном лесе. Почвы отличаются высоким естественным плодородием, обеспечивающим при наличии влаги получение высоких и стабильных урожаев подсолнечника. Климат зоны проведения исследований – умеренно-континентальный, иногда с засушливым и жарким летом. Погодные условия в годы исследований различались в период вегетации изучаемых гибридов и линий подсолнечника. Средняя многолетняя температура воздуха за вегетационный период подсолнечника (май – сентябрь), (данные метеостанции «Аэропорт», 49°55'N, 36°17'E), составляла за 2016 год 19,9 °С, за 2017 год 19,3°С, за 2018 год 20,9 °С, (норма 1981–2010 гг. – 18,2 °С). Сумма осадков мая – сентября составляла за 2016 год 306,7 мм, за 2017 год 129,0 мм, за 2018 год 179,3 мм, (норма – 260,0 мм). Такие различия погодных условий, особенно в обеспечении влагой, отразились как на урожайности, так и на показателях массы 1000 семян подсолнечника. Стрессовые условия наблюдали во время различных фаз онтогенеза подсолнечника, что позволило получить достоверные данные.

В изучении были 90 гибридных комбинаций, полученных по полной диаллельной схеме скрещиваний ( $\text{♀}10 \times \text{♂}10$ ). Экспериментальные гибриды и линии – родительские компоненты высевали с густотой 20 тыс. растений на 1 га, площадь опытной делянки – 13,72 м<sup>2</sup>. Оценивали такие признаки: урожайность семян (т/га, приводили к 10%-ной влажности), массу 1000 семян (г), лузжистость (%), содержание масла в ядре и в семенах (%), содержание белка в ядре (%), содержание глициридов олеиновой кислоты (% к сумме кислот).

В качестве материала для исследований использовали 10 самоопыленных линий с различными характеристиками, такие как крупноплодные линии-закрепители стерильности: X 75 Б, X 72 Б, X 59 Б, X 63 Б X 51 Б; крупноплодную линию-восстановитель фертильности пыльцы X 2301 В; линии масличного типа – X 1002 Б, X 1012 Б с высоким содержанием масла в семенах [7, 8, 9]. Линии были контрастными по морфологическим признакам: высоте растения, диаметру корзинки. Также в схему скрещивания были включены линии с высоким содержанием олеиновой кислоты и изомеров токоферолов: VKL-1 и VKL-4.

Массу 1000 семян определяли в лабораторных условиях, согласно ГОСТ 4138-2002 [10]. Статистический анализ данных проведен в соответствие с общепринятыми методиками [11], достоверность различий между вариантами опыта определяли на основании величины НСР, уровень значимости 5 %.

Наивысшую урожайность формировали линии X 72 Б, X 75 Б и X 1002 Б – от 1,65 до 1,77 т/га. Как крупносемянные (масса 1000 семян больше 80 г) и с высоким содержанием белка (до 26 %) выделены линии X 51 Б, X 72 Б, X 2301 В и X 75 Б. Как линии масличного типа (содержание масла в семенах от 40,13 до 44,97 %) выделены линии X 1002 Б, X 1012 Б, X 59 Б, X 63 Б. Линия VKL-4 выделена как источник высокого содержания олеиновой кислоты (85,70 %) (табл. 1).

В результате исследований установлены эффекты общей комбинационной способности линий. Установлена существенную разницу между линиями по оценке эффектов ОКС и константами СКС по признакам «масса 1000 семян», «урожайность», «лузжистость», «содержание масла в семенах», проведено относительную оценку селекционной ценности линий.

По признаку «масса 1000 семян» линии разделены на три группы. Первая группа – линии X 72 Б, X 75 Б, X 51 Б, X 2301 В, X 63 Б, с высокими эффектами ОКС, но и с высокой зависимостью их величин от условий среды; вторая – линии X 59 Б, VKL-1, VKL-4, X 1002 Б, с низкими эффектами ОКС и высокой ее изменчивостью в зависимости от условий среды. В третью группу вошла линия X 1012 Б с низким эффектом ОКС, независимым от условий среды. С участием выделенных по массе 1000 се-

мян линий созданы гибриды кондитерского направления использования, а также перспективные гибридные комбинации.

По признаку «лузжистость» линии подсолнечника имели следующие устойчивые по годам уровни ОКС: X 72 Б, VKL-4 – высокую, стабильно за три года изучения X 1002 Б – низкую.

Таблица 1. Ценные хозяйственные признаки самоопыленных линий подсолнечника (2016–2018 гг.)

Линия	Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %	Содержание масла в ядре, %	Содержание белка в ядре, %	Содержание масла в семенах, %	Содержание глицеридов о.л.к-ты, % до суммы кислот
X51Б	82,4±3,56	28,0±0,33	56,45±0,983	26,02±0,695	38,06±0,763	20,43
X59Б	82,3± 3,55	23,4±0,74	59,56±0,474	23,39±0,486	44,97±1,224	25,78
X63Б	83,4±5,86	25,0±0,82	58,88±0,650	22,84±0,887	44,43±0,939	33,57
X72Б	108,9±4,52	31,4±0,59	55,87±1,037	26,34±0,791	38,12±0,903	30,48
X75Б	85,9±5,05	25,6±0,25	62,67±0,646	19,57±0,525	44,29±0,909	33,48
X1002Б	61,4±2,63	22,1±0,34	56,93±0,435	22,87±0,381	42,68±0,603	29,57
X1012Б	46,9±1,94	25,4±0,21	54,77±0,435	24,53±0,183	43,06±1,147	30,30
VKL-1	57,6±1,84	27,7±0,72	55,37±0,488	22,70±0,358	40,43±0,383	34,10
VKL-4	56,1±3,31	27,0±0,44	56,51±0,670	22,09±0,617	40,13±0,818	85,70
X2301В	94,9±5,27	24,8±0,48	59,49±0,633	23,70±0,387	44,31±0,881	30,40

Анализ содержания масла в семенах показал, что устойчивой по годам и высокой ОКС обладали линии X 72 Б, X 1002 Б; устойчиво низкой – X 75 Б, VKL-4. Эффекты ОКС других линий изменялись от низких к высоким (у линии X 51 Б) и от высоких к средним (у линии X 2301 В).

По урожайности гибридных комбинаций, выделены линии: X 51 Б, X 59 Б, X 75 Б, X 1002 Б, с высоким уровнем эффектов ОКС выше среднего. Эффект ОКС у линии X 72 Б, изменялся от высокого к низкому только по признаку «урожайность».

Эффекты ОКС линий, выделенных как лучших по комплексу признаков, приведены в табл. 2.

Исследованиями ряда авторов установлена значительная изменчивость специфической комбинационной способности в зависимости от условий выращивания в связи, с чем возникает необходимость многолетних испытаний гибридных комбинаций [12, 13]. Наши исследования подтвердили эти выводы.

Таблица 2. Эффекты ОКС самоопыленных линий – родительских компонентов гибридов подсолнечника кондитерского типа (2016–2018 гг.)

Линия	2016 год		2017 год		2018 год	
	Эффект	Уровень**	Эффект	Уровень	Эффект	Уровень
по массе 1000 семян						
51Б	1,01*	В	4,51*	В	5,90*	В
X75Б	14,14*	В	6,91*	В	12,69*	В
X72Б	16,82*	В	11,11*	В	20,00*	В
X2301В	17,80*	В	9,82*	В	11,96*	В
НСР <sub>05</sub>	0,86	–	0,80	–	0,80	–
по лузжистости						
X51Б	1,49*	В	-0,21	Н	1,11*	В
X75Б	-0,68*	Н	0,03	С	-0,09	С
X72Б	1,91*	В	0,96*	В	3,00*	В
X2301В	0,40*	В	-0,22	Н	-0,08	С
НСР <sub>05</sub>	0,22	–	0,17	–	0,16	–
по содержанию масла в семенах						
X51Б	-0,77*	Н	0,59*	В	-0,59*	Н
X75Б	-2,28*	Н	-1,21*	Н	-3,53*	Н
X72Б	0,48*	В	1,75*	В	0,85*	В
X2301В	-0,08	С	0,81*	В	0,05	С
НСР <sub>05</sub>	0,36	–	0,29	–	0,30	–
по урожайности						
X51Б	0,06*	В	0,08*	В	0,17*	В
X75Б	0,36*	В	0,19*	В	0,21*	В
X72Б	0,05*	В	-0,07*	Н	-0,07*	Н
X2301В	-0,36*	Н	-0,11*	Н	-0,22*	Н
НСР <sub>05</sub>	0,04	–	0,03	–	0,04	–

Примечание: В – высокий уровень эффектов ОКС; С – средний уровень; Н – низкий уровень эффектов ОКС.

Установлены высокие константы СКС по массе 1000 семян у линии X 75 Б и достоверно низкие – у линий X 59 Б и X 1002 Б. По признаку «лузжистость» стабильно высокий эффект СКС выделено у линии X 72 Б, и стабильно низкие эффекты СКС – у линий X 2301 В, X 75 Б, X 63 Б. По содержанию масла высокие эффекты СКС выделено X 75 Б, X 1002 Б. По урожайности высокий эффект константы СКС было выделено только у линии-восстановитель фертильности – X 2301 В, а низкий – X 51 Б. Константы СКС всех остальных линий были на уровне среднего значения.

Константы специфической комбинационной способности лучших линий приведены в табл. 3.

Таблица 3. Константы СКС самоопыленных линий – родительских компонентов гибридов подсолнечника кондитерского типа (2016–2018 гг.)

Линия	2016 год		2017 год		2018 год	
	Константы	Уровень**	Константы	Уровень	Константы	Уровень
по массе 1000 семян						
X51Б	12,32	Н	7,56	Н	50,18	В
X75Б	46,87	В	16,49	В	28,97	В
X72Б	27,27	Н	14,44	В	54,93	В
X2301В	46,77	В	6,30	Н	17,32	Н
Хср.	29,96	–	11,60	–	27,00	–
по лузжистости						
X51Б	2,78	В	1,44	Н	3,25	В
X75Б	0,70	Н	0,34	Н	1,03	Н
X72Б	2,21	В	1,63	В	3,34	В
X2301В	0,69	Н	0,35	Н	0,61	Н
Хср.	1,61	–	1,60	–	1,81	–
по содержанию масла в семенах						
X51Б	0,42	Н	3,50	В	5,35	В
X75Б	1,03	В	5,33	В	4,59	В
X72Б	0,87	В	0,99	Н	1,34	Н
X2301В	0,53	В	0,11	Н	3,03	В
Хср.	0,53		2,31		2,75	
по урожайности						
X51Б	0,06	Н	0,02	Н	0,02	Н
X75Б	0,10	В	0,01	Н	0,02	Н
X72Б	0,04	Н	0,01	Н	0,04	В
X2301В	0,09	В	0,06	В	0,04	В
Хср.	0,07	–	0,02	–	0,02	–

\*\* – В – высокий уровень констант СКС; С – средний уровень; Н – низкий уровень констант СКС.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что исследованные линии являются ценными родительскими компонентами для создания высокогетерозисных гибридов подсолнечника кондитерского типа.

### Заключение

Оценка эффектов ОКС по ценным хозяйственным признакам позволила выделить три группы линий: с высокой, средней и низкой общей комбинационной способностью в интервалах, соответствующих НСР<sub>05</sub>.

По признаку «масса 1000 семян» линии разделены на три группы. Первая группа – линии X 72 Б, X 75 Б, X 51 Б, X 2301 В, X 63 Б, с достоверно высокими эффектами ОКС, но и с высокой их зависимостью от условий среды; вторая – линии X 59 Б, VKL-1, VKL-4, X 1002 Б с низкими эффектами ОКС и высокой их изменчивостью в зависимости от условий среды. В третью группу вошла линия X 1012 Б с низким эффектом ОКС, не зависящим от условий среды. По урожайности выделено линии: X 51 Б, X 59 Б, X 72 Б, X 1002 Б с достоверно высокими эффектами ОКС. Линия X 72 Б стабильно за три года выделялась высокой ОКС и СКС по признакам «масса 1000 семян», «лузжистость», «содержание масла в семенах». По содержанию масла в семенах линию X 75 Б выделено по стабильно высокой константе СКС.

Среди исследованного материала подсолнечника по всем признакам выявлены ценные линии, характеризующиеся стабильно высоким проявлением эффектов ОКС. Гибридные комбинации с участием каждой из изученных линий имеют достоверные различия по константам специфической комбинационной способности, что делает возможным выделить высокогетерозисные гибридные комбинации с участием линий, обладающих низкой и средней ОКС. Приведенные оценки ОКС, констант и эффектов СКС линий и гибридных комбинаций подсолнечника позволяют наметить конкретные пути

использования изученных линий, целенаправленно проводить работу по дальнейшему применению самоопыленных линий и их стерильных аналогов.

Рекомендовано для получения гибридов кондитерского типа линии X 72 Б, X 75 Б, X 63 Б. Линии X 51 Б и X 2301 В уже использованы в качестве родительских компонентов гибридов кондитерского типа Гудвин, Насолода, Космос, которые занесены в Государственный Реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толмачев, В. Подсолнух для кондитеров (про кондитерские сорта подсолнечника) / В. Толмачев, П. Лазер, Д. Бочковой // *Зерно*. – 2010. – С. 14–20.
2. Турбин, Н. В. Генетические основы гетерозиса / Н. В. Турбин / *Гетерозис: теория и практика: сб. науч. тр.* – Л., 1968. – С. 48–86.
3. ДСТУ 7011:2009 Соняшник. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 11 с.
4. Хотылева, Л. В. Методы селекции и оценки самоопыленных линий на комбинационную способность / *Основы селекции и семеноводства гибридной кукурузы: сб. науч. тр.* / Л. В. Хотылева. – М., 1968. – С. 124–152.
5. Литун, П. П. Методика полевого селекционного эксперимента / П. П. Литун, Н. В. Проскурнин, Т. И. Гопцій. – Харьков, 1996. – 271 с.
6. Генетика и селекция подсолнечника / Драган Шкорич [и др.]: международная монография / Сербская академия наук и искусств, Ассоциация «Селекция и семеноводство подсолнечника». – Харьков: НТМТ, 2015. – 520 с.
7. Нові крупноплідні лінії соняшнику і гібриди, створені за їх участю / Н. М. Леонова, В. В. Кириченко, О. А. Сивенко [и др.] // *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської обл.: наук.-виробн. журнал*. – Харків, 2016. – Вип. 20. – С. 157–166.
8. Леонова, Н. Н. Проявление эффекта гетерозиса и комбинационная способность линий подсолнечника кондитерского типа / Н. М. Леонова, В. В. Кириченко, А. А. Сивенко // *Масличные культуры: НТБ ВНИИМК*. – 2015. – Вып. 1 (161). – С. 16–21.
9. Кириченко, В. В. Стабільність господарсько-цінних ознак та модель гібрида соняшнику олійного типу / В. В. Кириченко, К. М. Макляк, В. І. Сивенко, Н. В. Кузьмишена // *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Харків, 2006. – Вип. 93. – С. 31–41.
10. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. – К.: Держстандарт України, 2003. – 173 с.
11. Гопцій, Т. І. Генетико-статистичні методи в селекції / Т. І. Гопцій, М. В. Проскурнін, Р. В. Криворученко: навч. посібник / Харківський аграрний університет ім. В. В. Докучаєва. – Х., 2006. – 117 с.
12. Бочковой, А. Д. О перспективах выделения крупноплодных форм среди сорто образцов масличного подсолнечника / А. Д. Бочковой, О. В. Пивненко // *Масличные культуры: НТБ ВНИИМК*. – 2008. – Вып. 1 (138). – С. 15–19.
13. Гуменюк, А. Про створення сортів соняшнику кондитерського напряму використання / А. Гуменюк, А. Фадеєв // *Пропозиція*. – 2004. – №2. – С. 30–31.