



УДК 633.854.78:631.527.5
DOI 10.25230/conf11-2021-124-130

**ОЦЕНКА ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА КРУПНОПЛОДНОГО НАПРАВЛЕНИЯ
ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ**

Фукалова М.С., Бочкарев Б.Н.
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
fms1506@yandex.ru

В результате оценки выделили экспериментальные гибриды ВК905 А × Л₁₇1465, превосходящий стандарт по массе 1000 семян, и ВК934 А × Л₁₇1465 – по урожайности. У большинства изученных гибридных комбинаций наблюдали положительный гетерозис и положительное доминирование массы 1000 семян, по признаку лужистость семян в основном преобладал отрицательный гетерозис.



Ключевые слова: селекция, подсолнечник, гибриды, урожайность, крупноплодность, масса 1000 семян, лужистость, объёмная масса (натура).

Введение. В настоящее время культурный подсолнечник *Helianthus annuus* L. имеет два основных направления селекции: масличное и кондитерское. Главным критерием для кондитерских гибридов является: урожай семян, содержание протеина в семенах, масса 1000 семян, размер семян, лужистость [1; 2].

Потребности рынка и производство кондитерских изделий из ядер семян подсолнечника стабильно растет как в мире, так и в Восточной Европе вследствие его пищевой ценности для человека [3].

Важнейшим хозяйственно-ценным признаком подсолнечника является масличность семян, которая определяется относительным содержанием масла в семенах (ядрах семян) и долей плодовых оболочек от веса семян (лужистостью). Эти два показателя варьируют как под влиянием условий внешней среды, так и наследственных особенностей растения. Лужистость семян больше зависит от генотипа растений и в меньшей степени подвержена влиянию условий внешней среды [4].

Преобладающим типом наследования массы 1000 семян является частичное доминирование, в то же время полное доминирование и положительный гетерозис также встречаются [5; 6]. Другие исследователи отмечают, что наследование массы 1000 семян у подсолнечника определяется различными эффектами взаимодействия генов, зависит от генетического потенциала родительских компонентов гибридов [7]. Леоновой Н.Н., Кириченко В.В., Сивченко А.А. (1937) установлено, что характер наследования массы 1000 семян в F_1 определяется величиной данного признака у родительских линий. При получении крупноплодных гибридов наблюдали доминирование лучшей родительской формы или же гетерозис [8].

Известна высокая отрицательная корреляция между лужистостью и масличностью [9]. Считается, что показатели масличности и лужистости находятся под сложным полигенным контролем и имеют высокие коэффициенты наследования. Это позволяет проводить эффективный отбор в популяциях по данным признакам [10].

Важным показателем для характеристики урожая крупноплодных гибридов является натура семян. Натурой принято называть вес одного литра семян, выраженный в граммах. Натура во многом зависит от формы семян, размера и их выполненности (расположения ядра внутри плодовых оболочек). Существует неправильное представление о том, что чем больше семена приближаются к форме шара, тем выше их натура. Н.Н. Ульрих показал ошибочность такого мнения. Он утверждал, что высокую натуру дают семена, способные при свободном пересыпании давать наиболее плотную укладку, а шаровидная форма в этом отношении не является лучшей. Высокая крупность семян, как правило, вызывает снижение натуре [9].

Известный интерес для селекционеров представляет вопрос о сцеплении и независимом наследовании признаков в популяции подсолнечника. Было установлено, что такие хозяйственно важные признаки как лужистость и продуктивность, лужистость и масса 1000 семян, лужистость и содержание жира в ядре, масса 1000 семян и содержание жира в семени, масса 1000 семян и содержание жира в ядре, содержание жира в ядре и продуктивность почти всегда наследуются независимо. Исключения – лужистость и содержание жира в семянке, масса 1000 семян и продуктивность, которые наследуются сцеплено. Однако, благодаря положительной корреляционной связи между массой 1000 семян и продуктивностью и отрицательной связи между лужистостью и содержанием жира в семянке, сцепленное наследование этих признаков не препятствует целям селекции и позволяет вести эффективный отбор. Содержание жира в ядре и семянке, продуктивность, масса 1000 семян и лужистость имеют низкую наследуемость [11; 12].



Цель наших исследований заключалась в оценке экспериментальных гибридов подсолнечника кондитерского направления по хозяйственно-ценным признакам и определении коэффициента доминирования признаков лужистость и масса 1000 семян в F₁.

Материал и методы. Исследование проводили на базе Федерального научного центра «Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК) в 2020 г. Материалом послужили полученные в 2019 г. шестнадцать экспериментальных гибридов F₁. В качестве тестеров использовали ЦМС-формы материнских линий подсолнечника: ВК934 А, ВК905 А, ВК102 А, СЛ₁₃2190 А и двенадцать отцовских линий: ВК944, Л₁₇1409, Л₁₇1276, Л₁₇1348, Л₁₇1369, Л₁₇1475, Л₁₇1465, Л₁₇1444, Л₁₇1412, НСХ6318-1, НСХ6318-2, НСХ6318-3. Стандартом служил внесенный в реестр Госсортокмиссии крупноплодный гибрид Катюша. Посев гибридов был произведен в оптимальные сроки ручными сажалками на 4-х рядных делянках, по 2 семечки в гнездо с последующей прорывкой. Густота стояния растений при посеве составляла 40 тыс. шт./га. Повторность опыта трехкратная, общая площадь делянки – 24,5 м², учетная – 12,2 м². Уход за посевами включал две междурядные культивации и ручные прополки по мере появления сорняков. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения. Уборка урожая осуществлялась способом прямого комбайнирования селекционным комбайном «Wintersteiger classic», оборудованным специализированной жаткой для уборки подсолнечника, при достижении растений технической спелости. В лабораторных условиях массу 1000 семян определяли по ГОСТ 12042 – 80 [13]. Лужистость семян определяют путем обрушивания их ручным способом. Для этого из среднего образца семян, предварительно очищенных от примесей, брали по две навески в 6 г взвешивали их с точностью до 0,01 г. Семена каждой навески обрушивали с помощью пинцета. Отделенные от ядра плодовые оболочки (лужгу) взвешивали с точностью до 0,01 г с последующим расчетом среднего значения. Масличность семян оценивали физическим методом с помощью ЯМР анализатора АМВ-1006М по ГОСТ Р 8.620-2006 [14]. Объемную массу (натуру) определяли по методике ВНИИМК [15]. Для определения натуре семян была использована пурка объемом в 0,25 л. Статистическую обработку проводили по методике в изложении Б.А. Доспехова [16].

Оценку доминантности признаков в первом поколении гибридов проводили по формуле G.M. Veil, V.E. Atkins [17]:

$$hp = \frac{F_1 - mp}{P - mp},$$

где hp – коэффициент доминирования;

F_1 – среднее арифметическое признака в первом поколении гибрида;

P – среднее арифметическое значение признака более мощного родителя;

mp – среднее арифметическое значение признака между родителями.

Далее полученные значения hp классифицировали следующим образом:

при $hp > 1$ – положительный гетерозис;

при $hp = 0,5$ до $1,0$ – положительное доминирование;

при $hp < -0,5$ до $-1,0$ – отрицательное доминирование;

при $hp < -0,5$ до $0,5$ – промежуточное наследование;

при $hp < -1,0$ – отрицательный гетерозис.

Результаты и обсуждение. Результаты испытания гибридов подсолнечника в 2020 г. представлены в таблице 1. По урожайности семян 11 изученных гибридов превысили контроль за исключением четырех комбинаций, которые оказались на уровне стандарта (ВК905 А × Л₁₇1369 – 2,38 т/га, ВК934 А × Л₁₇1276 – 2,29 т/га, ВК905 А × Л₁₇1412 – 2,56 т/га, ВК905 А × Л₁₇1412 – 2,68 т/га). Наибольшая масса 1000 семян сформировалась у гибрида ВК905 А × Л₁₇1465 (105,9 г) при этом объемная масса его составила 375 г/л, а урожайность 2,73 т/га. Гибрид ВК 934 А × Л₁₇1465 по массе 1000 семян уступил гибриду ВК905 А × Л₁₇1465 на 16,7



г, но урожайность его оказалась выше, чем у всех остальных гибридов (3,36 т/га). Лузжистость гибридов ВК934 А × Л₁₇1465, ВК905 А × Л₁₇1465 составила 24,6 и 25,2 % соответственно.

Таблица 1. Характеристика гибридов крупноплодного подсолнечника по хозяйственно-ценным признакам

ЦЭБ ВНИИМК, Краснодар, 2020 г.

Гибрид	Урожайность, т/га	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л	Лузжистость, %
ВК934 А × Л ₁₇ 1465	3,36	89,2	377	24,6
СЛ ₁₃ 2190 А × ВК944	3,34	70,7	406	26,4
ВК102 А × ВК944	3,30	73,4	401	23,4
ВК934 А × Л ₁₇ 1475	3,01	70,7	384	29,2
ВК934 А × ВК944	2,97	75,8	371	28,5
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-3	2,96	91,2	338	29,2
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-2	2,89	80,5	349	30,6
ВК905 А × Л ₁₇ 1348	2,86	71,0	356	24,5
ВК905 А × Л ₁₇ 1444	2,74	84,7	402	33,1
ВК905 А × Л ₁₇ 1465	2,73	105,9	375	25,2
ВК905 А × Л ₁₇ 1409	2,71	77,5	355	29,0
ВК905 А × Л ₁₇ 1412	2,68	75,9	355	28,6
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-1	2,56	91,3	333	30,5
ВК905 А × Л ₁₇ 1369	2,38	70,9	346	28,7
ВК934 А × Л ₁₇ 1276	2,29	72,3	335	32,3
Катюша (ВК905 А × ВК944 контроль)	2,47	90,4	373	28,9

НСР₀₅ 0,24

Так у гибридов СЛ₁₃2190 А × ВК 944, ВК102 А × ВК944 масса 1000 семян составила 70,7 и 73,4 г соответственно, а материнских линий: СЛ₁₃2190 А – 42,5 г и ВК102 А – 44,5 г. У отцовской линии ВК944 – 45 г. Нужно отметить, что линии: СЛ₁₃2190 А и ВК102 А относятся к масличным линиям, но в гибриде с крупноплодной отцовской линией ВК944 получили урожайность – 3,34 т/га и 3,3 т/га – это выше, чем у большинства изученных гибридов.

По лузжистости семян отрицательный гетерозис наблюдали у четырнадцати гибридов подсолнечника, отрицательное доминирование у одного, промежуточное наследование также у одного гибрида (табл. 2). Коэффициент доминирования по всем 16-ти гибридным комбинациям варьировал от h_p -0,1 до -52,3.

Таблица 2. Коэффициент доминирования у гибридов подсолнечника в F₁ по признаку лузжистость семян

ЦЭБ ВНИИМК, Краснодар, 2020 г.

Гибрид	Лузжистость, %			Коэффициент доминирования (h_p)
	♀	♂	F ₁	
<i>l</i>	2	3	4	5
ВК934 А × Л ₁₇ 1465	32,4	30,0	24,6	-5,5
СЛ ₁₃ 2190 А × ВК944	23,4	30,2	26,4	-0,1
ВК102 А × ВК944	24,9	30,2	23,4	-1,6
ВК934 А × Л ₁₇ 1475	32,4	30,9	29,2	-3,3
ВК934 А × ВК944	32,4	30,2	28,5	-2,5
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-3	32,2	36,4	29,2	-2,4
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-2	32,2	40,1	30,6	-1,4
ВК905 А × Л ₁₇ 1348	32,2	32,5	24,5	-52,3



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
ВК905 А × Л ₁₇ 1444	32,2	49,4	33,1	-0,9
ВК905 А × Л ₁₇ 1465	32,2	30,0	25,2	-5,4
ВК905 А × Л ₁₇ 1409	32,2	35,2	29,0	-3,1
ВК905 А × Л ₁₇ 1412	32,2	34,0	28,6	-5,0
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-1	32,2	41,0	30,5	-1,4
ВК905 А × Л ₁₇ 1369	32,2	43,1	28,7	-1,6
ВК934 А × Л ₁₇ 1276	32,4	42,4	32,3	-1,0
Катюша (ВК905 А × ВК944) st	32,2	30,2	28,9	-2,3

Для оценки вклада родительских форм в формирование лужистости у семян F₁ вычислили коэффициенты корреляции между линиями и потомками. В ходе проведённых исследований определили достоверную положительную корреляцию между отцовскими линиями и гибридами $r=0,77$ (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между родительскими формами и гибридами подсолнечника по признаку лужистость семян

Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Признак	Материнская линия	Отцовская линия	Гибрид
Материнская линия	1,00	-	-
Отцовская линия	0,32	1,00	-
Гибрид	0,45	0,77*	1,00

Примечание: * – значение достоверно на 5 %-ом уровне значимости

По признаку массы 1000 семян гибриды ВК102 А × ВК944 (hr 114,6) и СЛ₁₃2190 А × ВК944 (hr 21,6) показатели положительный гетерозис (табл. 4). Положительный гетерозис наблюдали у 9-ти гибридов от hr 1,1 до 114,6. Положительное доминирование выделили у 4-х гибридов hr 0,6 до 1,0. Промежуточное наследование присутствовало в 3-х вариантах в пределах hr 0,1 до 0,4. Коэффициент доминирования по признаку массы 1000 семян среди гибридов F₁ подсолнечника, варьировал в пределах 0,1 до 114,6, что свидетельствует о широком диапазоне проявления данного признака у изучаемых гибридных комбинаций.

Таблица 4. Коэффициент доминирования у гибридов подсолнечника в F₁ по признаку масса 1000 семян

ЦЭБ ВНИИМК, Краснодар, 2020 г.

Гибрид	Масса 1000 семян, г			Коэффициент доминирования
	♀	♂	F ₁	
1	2	3	4	5
ВК934 А × Л ₁₇ 1465	84,2	64,0	89,2	1,5
СЛ ₁₃ 2190 А × ВК944	42,5	45,0	70,7	21,6
ВК102 А × ВК944	44,5	45,0	73,4	114,6
ВК934 А × Л ₁₇ 1475	84,2	53,0	70,7	0,1
ВК934 А × ВК944	84,2	45,0	75,8	0,6
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-3	87,9	70,5	91,2	9,6
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-2	87,9	47,0	80,5	1,4
ВК905 А × Л ₁₇ 1348	87,9	62,5	71,0	0,4
ВК905 А × Л ₁₇ 1444	87,9	84,5	84,7	1,0
ВК905 А × Л ₁₇ 1465	87,9	64,0	105,9	7,1
ВК905 А × Л ₁₇ 1409	87,9	76,3	77,5	2,3



Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
ВК905 А × Л ₁₇ 1412	87,9	86,7	75,9	0,8
ВК905 А × I ₃ НСХ6318-1	87,9	85,7	91,3	2,0
ВК905 А × Л ₁₇ 1369	87,9	58,0	70,9	0,9
ВК934 А × Л ₁₇ 1276	84,2	63,2	72,3	0,1
Катюша (ВК905 А × ВК944) st	87,9	45,0	90,4	1,1

Определение корреляционных связей между изучаемыми признаками в 2020 г. позволило выявить ряд закономерностей (табл. 5). В ходе проведённых исследований определили положительную корреляцию $r=0,62$ между урожайностью и объёмной массой, между урожайностью и лужистостью наблюдали отрицательную корреляцию $r=-0,60$.

Таблица 5. Коэффициенты корреляции между изучаемыми признаками гибридов подсолнечника

Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Признак	Урожайность, т/га	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л	Лужистость, %
Урожайность, т/га	1	-	-	-
Масса 1000 семян, г	-0,09	1	-	-
Натура, г/л	0,62*	-0,08	1	-
Лужистость, %	-0,60*	-0,02	-0,36	1

Примечание: * – значение достоверно на 5 %-ом уровне значимости

Заключение. В результате нашей работы выделили экспериментальный крупноплодный гибриды ВК905 А × Л₁₇1465 превосходящий стандарт по массе 1000 семян и ВК934 А × Л₁₇1465 по урожайности.

Таким образом, отцовскую линию Л₁₇1465 можно рекомендовать для дальнейшей селекционной работы, а гибриды с её участием оценить в новом полевом сезоне. В качестве родительских форм с целью получения крупноплодных гибридов подсолнечника возможно использовать линии разных направлений селекции. У большинства изученных гибридных комбинаций наблюдали положительный гетерозис и промежуточное наследование массы 1000 семян. Проявления этого признака у гибридов F₁ в большей степени зависело от генотипов конкретных родительских пар. По значению коэффициента доминирования у гибридов подсолнечника для лужистости семян в F₁ в основном преобладал отрицательный гетерозис.

Литература

1. Hladni N. et al. Correlation and path coefficient analysis for protein yield in confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Genetika. – 2015. – Т. 47. – №. 3. – Р. 811–818.
2. Hladni N. et al. Interrelationship Between 1000 Seed Weight with Other Quantitative Traits in Confectionary Sun ower // Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – Р. 51–56.
3. Hladni N., Miladinović D. Confectionery sunflower breeding and supply chain in Eastern Europe // OCL. – 2019. – Т. 26. – Р. 29.
4. Пустовойт В.С.//Монография Подсолнечник // Науч. труды ВАСХНИЛ / Под общ. ред. акад. В. С. Пустовойта; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Всесоюз. науч.-исслед. институт масличных культур им. В. С. Пустовойта. – М.: Колос, 1975. – С. 103.



5. Fick G.N. Breeding and Genetics // Sunflower Sci. and Technology. Maddison. Wisconsin. – 1978. – P. 280–338.
6. Marinkovic R. The mode of inheritance of seed yields and some yield components by crossbreeding different inbred lines of sunflower: дис. – [dissertation]. University of Novi Sad. Faculty. Novi Sad, 1984. – P. 17–18.
7. Волгин В.В., Обыдало А.Д., Бочкарёв Б.Н. Наследование признака масса 1000 семян у межлинейных гибридов подсолнечника // Масличные культуры. – 2018. – №. 1 (173). – С. 29–35.
8. Леонова Н.Н., Кириченко В.В., Сивенко А.А. Проявление эффекта гетерозиса и комбинационная способность линий подсолнечника кондитерского типа // Масличные культуры. – 2015. – №. 1 (161). – С. 16–21.
9. Ульрих Н.Н. Научные основы очистки и сортирования семян // М.: ВИМ. – 1937. – С. 188.
10. Задорожная О.А. Наследование признаков семян подсолнечника с высоким и низким содержанием масла // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2009. – №. 99. – С. 38–41.
11. Вольф В.Г., Касьяненко А.Н. Наследование признаков в популяции подсолнечника // Селекция и семеноводство. – К.: Урожай. – 1972. – №. 21. – С. 37–42.
12. Пустовойт Г.В. Развитие идей В.С. Пустовойта в селекции и семеноводстве подсолнечника на современном этапе // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – №. 1. – С. 71–76.
13. ГОСТ 12042-80 Методы определения массы 1000 семян. // Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. – М.: Стадартинформ, 2011. – С. 116–118.
14. ГОСТ Р 8.620-2006 Методика выполнения измерений масличности и влажности методом импульсного ядерного магнитного резонанса. – М.: Стадартинформ, 2010. – С. 230–231.
15. Пустовойт В. С. Практическое руководство по селекции масличных культур. – М.: Колос, 1967. – С. 351.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта // М.: Колос. – 1985. – С. 351.
17. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum: дис. – Iowa State University, 1963. – Vol. 39. – P. 345–358.

THE EVALUATION OF CONFECTIONERY SUNFLOWER HYBRIDS BY ECONOMIC CHARACTERS

Fukalova M.S., Bochkaryov B.N.

As a result of the evaluation, we identified experimental hybrids VK905 A × L₁₇1465 and VK934 A × L₁₇1465, which exceeded the standard by the thousand-seed weight and by the productivity, respectively. In most part of the studied hybrid combinations, we observed the positive heterosis and the positive dominance of the thousand-seed weight; but the negative heterosis predominated in case of seed huskness.

Key words: breeding, sunflower, hybrids, productivity, confectionery, thousand-seed weight, huskness, bulk weight (natural weight).