ISSN pr. 2412–608X, ISSN on. 2412-6098
Масличные культуры.
Вып. 2 (182), 2020

УДК 633.854.78:631.531.02

DOI: 10.25230/2412–608X–2020–2–182–13–23

Дополнительные критерии оценки самоопыленных линий подсолнечника в звеньях первичного семеноводства

А.Д. Бочковой,
доктор сельскохозяйственных наук
В.А. Камардин,
кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 254-23-33
E-mail: vniimk@vniimk.ru

Для цитирования: *Бочковой А.Д., Камардин В.А.* Дополнительные критерии оценки самоопыленных линий подсолнечника в звеньях первичного семеноводства // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 13–23.

Ключевые слова: подсолнечник, самоопыленные линии, методика, первичное семеноводство.

Исследования проводили в 2018–2019 гг. на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Цель исследования – изучение дополнительных критериев оценки самоопыленных линий подсолнечника ВК-678; ВК-101; ВК-905; ВА-760 и ЭД-765. Установлено, что самоопыленные линии ВК-905; ВК-678 и ЭД-765 обладают повышенной избирательностью при оплодотворении в отношении своей собственной пыльцы (86,9; 80,5 и 80,0 % соответственно) и могут быть меньше подвержены генетическому засорению при размножении в звеньях первичного семеноводства. Отмечена зависимость пчелопосещаемости от длины венчика трубчатого цветка. Линия ВК-905 с длиной венчика 6,4 мм практически не посещается пчелами (пчелопосещаемость 0,02 особи на растение в минуту). Пчелопосещаемость остальных линий высокая: составляет от 0,20 у линии ЭД-765 до 0,25 у линий ВК-678 и ВК-101 при длине венчика от 4,7 до 5,7 мм. Самофертильность линий составляет 11,8 и 19,5 % у линий ВК-678 и ВА-760 и 52,4 и 59,8 % у линий ЭД-765 и ВК-101 соответственно. На семенах линий ВК-905 и ВА-760 отмечено наличие инфекционного начала фомопсиса в пропорции 0,5 и 1 %, что является показателем недостаточной их пригодности к использованию в системе первичного и промышленного семеноводства. Степень поражения заразихой (расы А–Е) у самоопыленных линий варьирует от 2,6 проростков на растение у линии ВК-101 до 9,7 у линии ВА-760 по сравнению с 139,0 у восприимчивого контроля – сорта ВНИИМК 8883. В отсутствие новых агрессивных рас заразихи семеноводство всех изученных линий будет проходить без существенных затруднений. Составлен краткий технологический паспорт каждой линии, включающий особенности данного генотипа, способные оказать влияние на эффективность первичного семеноводства.

UDC 633.854.78:631.531.02

Additional criteria for estimation of sunflower inbred lines in foundation seeds growing.

A.D. Bochkovoy, doctor of agriculture
V.A. Kamardin, PhD in agriculture

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 254-23-33
E-mail: vniimk@vniimk.ru

Key words: sunflower, inbred lines, methodology, foundation seed growing.

We conducted researches in 2018–2019 in the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, Krasnodar. The purpose of the research was to study additional criteria for estimation of sunflower inbred lines VK-678; VK-101; VK-905; VA-760 and ED-765. We determined the inbred lines VK-905; VK-678 and ED-765 had increased selectivity in pollination with their own (86.9; 80.5 and 80.0%, respectively) and could be less contaminated genetically when multiplied in breeder and foundation seeds growing nurseries. We stated dependence between bee attractiveness and a length of corona of tubular floret. A line VK-905 having corona length of 6.4 mm almost is not visited with bees (bee visiting – 0.02 specimens per a plant per a minute). Bee visiting of the other plants is quite high and amounts from 0.20 for the line ED-765 to 0.25 for the lines VK-678 and VK-101 with a length of corona from 4.7 to 5.7 mm. Self-fertility of the lines is 11.8 and 195% for the lines VK-678 and VA-760, and 52.4 and 59.8% for the lines ED-765 and VK-101, respectively. On seeds of the lines VK-905 and VA-760 we observed phomopsis infection in a rate of 0.5 and 1%, which is indicative of their insufficient suitability for usage in seed growing of foundation and certified seeds. A level of broomrape infestation (races A–E) of the inbred lines varies from 2.6 seedlings per plant for the line VK-101 to 9.7 for the line VA-760 comparing to 139.0 for the susceptible control – a variety VNIIMK

8883. If new aggressive races of broomrape are not appeared seed growing of all the studied lines will be quite easy. We complied a short technological passport of each line including features of the current genotype which are able to effect productivity of foundation seeds growing.

Введение. При внедрении гибридов подсолнечника в условиях рыночной экономики большое значение имеет количество прибыли, которое будет получено за счет их использования в производстве. В зарубежных селекционно-семеноводческих фирмах обычно селекционер отвечает за получение данных, необходимых для оценки потенциала гибрида в случае его коммерческого использования [1]. При этом важно, чтобы селекционер понимал, какие проблемы могут возникнуть в процессе внедрения гибрида. В США, например, считается целесообразным, чтобы новый гибрид внедрялся сразу на большой площади в нескольких штатах, поэтому задачей селекционера является оценка приспособленности гибрида к возделыванию в конкретных почвенно-климатических зонах. Селекционер в США также отвечает за сохранение чистоты самоопыленных линий в процессе их размножения в звеньях первичного и промышленного семеноводства [1]. Хотя селекционер обычно не обладает правом решающего голоса при окончательном решении вопроса о внедрении гибрида, его представление о факторах, важных для реализации такого проекта, может непосредственно повлиять на результат обсуждения [2].

Возможность стабильного и экономически выгодного производства гибридных семян в значительной мере зависит от продуктивности и качества семян материнской формы [3]. В этой связи целью программ по семеноводству гибридного подсолнечника является получение посевного материала с высокой генетической и физической чистотой, физиологически зрелого и свободного от патогенов. Высококачественные семена должны быть генетически идентичными с исходной репродукцией, иметь высокую энергию прорастания и всхожесть, быть толерантными к стрессовым условиям. В то же время они должны быть доступными и конкурентоспособными по цене, чтобы обеспечивать поддержание индустрии семеноводства и способствовать привлечению инвестиций в научные исследования [4].

С учетом последнего обстоятельства становится ясным, что первостепенной важностью для гибридного семеноводства подсолнечника является увеличение выхода семян с одного гектара участка размножения и гибридизации [5].

Решение данной проблемы происходит двумя различными путями: селекционеры отбирают материнские формы с большой потенциальной продуктивностью и высоким качеством семян. С другой стороны, система первичного и промышленного семеноводства развивается в направлении получения дополнительных сведений об их экологической пластичности, пыльцевой продуктивности отцовских линий, синхронизации цветения родительских форм, оптимизации процессов посева, изоляции, сортопрочисток и т.д. Задачей максимум при этом является уменьшение разрыва между урожайностью материнских линий в селекционных питомниках при лучших условиях агротехники и реальной их продуктивностью в производственных условиях [4]. По мнению академика В.С. Пустовойта, основным, решающим фактором успеха при таких работах «является умение экспериментатора создать такую обстановку для изучаемого материала, которая давала бы возможно больше шансов найти среди изучаемых линий наиболее ценные» [6].

Качество семян является комплексным показателем, который определяется большим числом параметров, которые формируются под влиянием различных условий внешней среды [7]. Работники сельскохозяйственного производства обращают все большее внимание на качество семян, которые способны быстро и

одновременно прорастать в различных условиях среды, как это требует современная технология возделывания. В то же время общепринятая методика оценки лабораторной всхожести семян подсолнечника не предусматривает оценки данного показателя посевных качеств в широком диапазоне температурных условий, а учитывает ее определение только в наиболее комфортных из них. Вследствие этого невозможно предсказать реакцию самоопыленных линий на воздействие экстремальных температур в период от посева до появления всходов. Узкая генетическая основа самоопыленных линий подсолнечника в сочетании с варьированием по годам погодных условий, особенно с увеличением температуры и непредсказуемостью выпадения осадков, создает значительные трудности в прогнозировании их модификационной изменчивости в послевсходовый период [9]. Для преодоления таких трудностей необходимо разрабатывать дополнительные критерии оценки самоопыленных линий в звеньях первичного семеноводства. Комплексное изучение таких показателей качества, как характер прорастания семян в широком диапазоне температурных условий, избирательность растений при оплодотворении, самофертильность, пчелопосещаемость, морфологическое строение трубчатых цветков, состав патогенной микрофлоры, устойчивость к заразихе и урожайные свойства семян, позволят получить новые сведения и разработать предложения по повышению эффективности гибридного семеноводства подсолнечника.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2018–2019 гг. на центральной экспериментальной базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК).

В качестве исходного материала использовали семена элиты фертильных раннеспелых самоопыленных линий подсолнечника – материнских форм районированных и перспективных гибридов ВК-678, ВК-101, ВК-905, ВА-760 и ЭД-765.

Оценку на избирательность при оплодотворении проводили с использованием семян от свободного опыления этих линий, выращенных в массиве генетически разнородного селекционного материала. В потомстве учитывали количество растений с фенотипом исходной линии и гибридных растений. По соотношению растений, сохранивших фенотип линии к общему числу учетных растений, умноженному на 100, вычисляли показатель избирательности при оплодотворении. Степень самофертильности определяли по соотношению числа выполненных семянок при самоопылении под изоляторами к их числу в варианте со свободным опылением, умноженному на 100 [10; 11]. Анализ состава патогенной микрофлоры проводили по методике Н.А. Наумовой [12]. Пчелопосещаемость определялась в период наиболее интенсивного лёта пчел с 9 до 10 ч утра маршрутным методом по общепринятым методикам [13; 14; 15]. Длину венчика трубчатого цветка измеряли с использованием миллиметровой бумаги [16]. Цветки отбирали из средней части корзинки, объем выборки по каждому варианту составлял 100 растений. Лабораторную всхожесть при низких (7 ^{o}C) и высоких (40 ^{o}C) температурах определяли по методике Международной ассоциации по испытанию семян [17].

Результаты и обсуждение. Посевные качества семян имеют большое экономическое значение в производстве подсолнечника. В Российской Федерации действует стандарт на показатель всхожести семян подсолнечника, который считается вполне достаточным для подтверждения их качества [18]. Дополнительное определение жизненной силы семян при этом считается нецелесообразным.

Определение жизненной силы семян предусматривает проведение различных дополнительных тестов, таких как электропроводимость, контролируемая порча, тест на прорастание при холодной температуре, тест на ускоренное старение, тест на воздействие физического стресса на семена в условиях возникновения корки на поверхности почвы и т.д. [19].

Тест на определение жизненной силы позволяет определить посевную годность семян в широком диапазоне условий внешней среды и оценить степень влияния неблагоприятных условий применительно к конкретной партии семян, а так же потенциал сохранения ее качественных показателей в процессе хранения [20]. В широком смысле понятие жизненная сила представляет сумму показателей активности и текущего состояния семян в различных условиях внешней среды.

Полученные нами экспериментальные данные (табл. 1) показывают, что изученные в опыте самоопыленные линии поразному реагировали на воздействие экстремальных температур, хотя при оптимальных условиях для прорастания (25 °С) значительных различий не было отмечено. Характерной особенностью реакции семян линии ВК-678 явилась средняя толерантность к воздействию низкой температуры (всхожесть 54–58 %) и полная потеря всхожести при воздействии высокой температуры.

В соответствии с данными зарубежных исследователей [21] такая линия будет предпочтительна для раннего посева весной, но мало пригодна для поздних сроков посева, например, при использовании приема временной изоляции.

Линия ВК-905, имеющая высокие показатели всхожести как при воздействии пониженной (79–86 %), так и предельно высокой температуры (44 %), может оказаться хорошо адаптированной к различным условиям внешней среды, вплоть до тропических условий [21].

Линия ВК-101 медленно прорастает при пониженной температуре, однако хорошо выдерживает воздействие предельно высоких ее значений. Вследствие этого реакция данной линии на условия внешней среды будет аналогична линии ВК-905.

Таблица 1

Всхожесть семян самоопыленных линий подсолнечника при различных температурных условиях, %

г. Краснодар, 2017–2019 гг.

Название линии	25 °С (оптимальная)	7 °С (холодный тест)		40 °С (тест на ускоренное старение)	42 °С
		на 25-й день	на 35-й день		
ВК-678	86	54	58	0	0
ВК-101	96	0	63	35	0
ВК-905	97	79	86	44	0
ВА-760	92	7	16	0	0
ЭД-765	82	1	24	27	0

Линия ВА-760 и плохо прорастает при пониженных температурах (7–16 %) и полностью теряет всхожесть при 40 °С. Вероятнее всего, эта линия будет наиболее чувствительной из всех изученных к воздействию факторов внешней среды. Реакция линии ЭД-765 на воздействие низких температур аналогична линии ВА-760 (всхожесть 1–24 %), однако при температуре 40 °С она имеет достаточно высокие показатели всхожести – на уровне 27 %. Предполагается, что такая линия будет слабо приспособленной к ранневесеннему посеву, но достаточно надежна в условиях оптимальных и поздних сроков посева [21].

Попытка использования нами более высокой температуры (42 °С) для оценки всхожести показала, что при этом происходит полная ее потеря, вызванная, скорее всего, коагуляцией белкового комплекса семян.

Таким образом, изучение реакции семян самоопыленных линий на воздействие экстремальных температур в процессе прорастания показало существенную роль генетических различий селекционного материала. Подтверждена необходимость использования дополнительных критериев оценки всхожести семян, помимо предусмотренных ГОСТ Р 52325-2005, а именно оценка при пониженной темпера-

туре – 7 °С (холодный тест) и предельно высокой – 40 °С (тест на ускоренное старение).

Для эффективной работы в звеньях первичного семеноводства самоопыленных линий подсолнечника необходимо изучать их способность к избирательности при оплодотворении. Академиком В.С. Пустовойтом постоянно уделялось большое внимание этому вопросу при селекции сортов-популяций подсолнечника [22; 23].

Проведенные нами исследования показали, что изученные самоопыленные линии при открытом цветении в массиве генетически разнородного селекционного материала отличались в различной степени по способности сохранения своей идентичности (табл. 2). Так, в среднем за 2018–2019 гг. наибольшая избирательность оплодотворения своей собственной пыльцой отмечена у линии ВК-905 (86,9 %).

Таблица 2

Избирательность при оплодотворении у растений самоопыленных линий подсолнечника

Название линии	Год	Учетных растений, шт.		Доля линейных растений, %	Варьирование по годам, %
		всего	в т. ч. с фенотипом линии		
ВК-678	2018	103	83	80,6	
	2019	143	115	80,4	
	Среднее	**123**	**99**	**80,5**	**0,2**
ВК-101	2018	150	45	30,0	
	2019	165	96	58,2	
	Среднее	**157**	**70**	**44,6**	**28,2**
ВК-905	2018	76	62	81,6	
	2019	122	110	90,2	
	Среднее	**99**	**86**	**86,9**	**8,6**
ВА-760	2018	157	96	61,1	
	2019	132	85	64,4	
	Среднее	**144**	**90**	**62,5**	**3,3**
ЭД-765	2018	151	119	78,8	
	2019	139	114	82,0	
	Среднее	**145**	**116**	**80,0**	**3,2**

Близкими по реакции были линии ВК-678 и ЭД-765 (80,5 и 80,0 % соответственно), а минимальный уровень изучаемого признака отмечен у линии ВК-101 (44,6 %). Линия ВА-760 занимала промежуточное положение с уровнем избирательности 62,5 %. Необходимо также отметить, что варьирование признака избирательности по годам было незначительным, за исключением линии ВК-101, у которой колебания составили 28,2 %.

Таким образом, установлено, что линии ВК-905, ВК-678 и ЭД-765 обладают повышенной избирательностью в отношении своей собственной пыльцы и могут быть меньше подвержены генетическому засорению при размножении в звеньях первичного семеноводства. Напротив, линия ВК-101 с минимальной избирательностью оплодотворения может создать дополнительные трудности при ее репродуцировании. Линия ВА-760 по избирательности оплодотворения занимает промежуточное положение и ее пригодность к размножению находится на среднем уровне по сравнению с двумя другими выделенными группами.

Биология опыления растений подсолнечника на участках размножения стерильных материнских форм и участках гибридизации предполагает изучение процесса пчелопосещения. Проведенные нами исследования показали, что имеются существенные различия между некоторыми самоопыленными линиями по этому показателю (табл. 3). Так, например, линия ВК-905 с пчелопосещаемостью на уровне 0,02 особи в пересчете на одно растение в минуту практически не посещалась пчелами. В то же время остальные линии имели достаточно высокий уровень пчелопосещаемости: от 0,20 у линии ЭД-765 до 0,25 у линий ВК-101 и ВК-678. Сопоставление уровня пчелопосещаемости с длиной венчика трубчатого цветка показало, что такая реакция линии ВК-905 связана именно с данным признаком.

Таблица 3

Пчелопосещаемость самоопыленных линий подсолнечника (особей на растение в минуту)

Название линии	2018 г.	2019 г.	Среднее	Длина венчика трубчатого цветка, мм
ВК-678	0,32	0,19	**0,25**	5,7
ВК-101	0,27	0,24	**0,25**	4,7
ВК-905	0,03	0,02	**0,02**	6,4
ВА-760	0,27	0,17	**0,22**	5,1
ЭД-765	0,28	0,12	**0,20**	5,3

Такое предположение подтверждается данными других авторов [16; 24], отметившими аналогичную зависимость и опубликовавшими данные о средней длине хоботка медоносной пчелы, равной 6,46 мм. Таким образом, трубчатый цветок у линии ВК-905 с длиной венчика 6,4 мм, по-видимому, является труднодосягаемым для сбора нектара пчелам. В этой связи следует критически воспринимать информацию о высокой избирательности оплодотворения этой же линии (табл. 2). Скорее всего, именно крайне низкая пчелопосещаемость данной линии способствовала лучшему сохранению ее идентичности в потомстве от открытого цветения.

Таким образом, при рассмотрении вопроса избирательности при оплодотворении у самоопыленных линий подсолнечника необходимо учитывать уровень пчелопосещаемости. В случае крайне низкой пчелопосещаемости завышенные оценки избирательности при оплодотворении могут оказаться следствием отсутствия переноса чужеродной пыльцы.

Самофертильность самоопыленных линий и гибридов подсолнечника, по мнению зарубежных исследователей, – наиболее важный признак в селекционных программах [25; 26]. Такой признак является определяющим при получении высокой урожайности подсолнечника, особенно при неблагоприятных погодных условиях и в зонах с дефицитом насекомых-опылителей. Приведенные данные (табл. 4) показывают, что среди самоопыленных линий имеются существенные различия по этому показателю.

Таблица 4

Самофертильность растений самоопыленных линий подсолнечника

Название линии	Год урожая	Выполненных семянок, шт.		Самофертильность, %
		при самоопылении	при свободном опылении	
ВК-678	2018	78	550	13,3
	2019	52	500	10,4
	Среднее	**65**	**525**	**11,8**
ВК-101	2018	380	919	41,3
	2019	586	697	84,1
	Среднее	**483**	**808**	**59,8**
ВК-905	2018	118	586	20,1
	2019	227	416	54,6
	Среднее	**172**	**501**	**34,3**
ВА-760	2018	134	950	14,1
	2019	201	766	26,2
	Среднее	**167**	**858**	**19,5**
ЭД-765	2018	140	674	20,8
	2019	552	647	85,3
	Среднее	**346**	**660**	**52,4**

Так, в среднем за 2018–2019 гг. варьирование составило от 11,8 и 19,5 % у линий ВК-678 и ВА-760 до 52,4 и 59,8 % у линий ЭД-765 и ВК-101 соответственно. Вследствие этого можно предположить, что наибольшая эффективность первичного семеноводства при размножении под изоляторами будет достигнута у линий ВК-101 и ЭД-765, а наибольшие затруднения возникнут при работе с линиями ВК-678 и ВА-760. Самоопыленная линия ВК-905, имеющая средние показатели по самофертильности (34,3 %), занимает промежуточное положение между этими двумя выделенными группами.

Таблица 5

Состав и пропорция патогенной микрофлоры на семенах самоопыленных линий подсолнечника

г. Краснодар, 2018–2019 гг.

Название линии	Количество семян с наличием инфекционного начала, %				
	Alternaria spp.	*Fusarium spp.*	*Rhizopus spp.*	*Phomopsis spp.*	*Bacteria spp.*
ВК-678	18,5	0,5	3,5	0,0	4,5
ВК-101	23,0	1,5	7,5	0,0	3,0
ВК-905	22,5	1,5	2,5	**0,5**	4,0
ВА-760	20,5	0,5	8,0	**1,0**	7,5
ЭД-765	15,0	1,0	2,0	0,0	0,5

При семеноводстве самоопыленных линий подсолнечника большое значение имеет их устойчивость к основным патогенам. Особое внимание обращают на отсутствие в семенном материале инфекционного начала наиболее опасных карантинных болезней – фомопсиса и склеротинии. Приведенные данные (табл. 5) показывают, что в период 2018–2019 гг. семена самоопыленных линий были в основном заселены альтернарией в пропорции от 15,0 % у линии ЭД-765 до 23,0 % у линии ВК-905. В относительно небольшой пропорции семена линий были заселены ризопусом (от 2,0 до 8,0 %) и бактериями (от 0,5 до 7,5 %). Однако выявленное на линиях ВК-905 и ВА-760 инфекционное начало фомопсиса даже в минимальной пропорции (от 0,5 до 1,0 %) является показателем недостаточной их пригодности к использованию в системе первичного и промышленного семеноводства.

Важной характеристикой селекционного материала, оказывающей влияние на эффективность первичного и промышленного семеноводства самоопыленных линий и гибридов подсолнечника, является устойчивость к заразихе. Оценка проведена в условиях искусственного инфицированного фона в фитотронно-тепличном комплексе ВНИИМК с использованием смеси семян заразихи, представленных расами А–Е. Полученные нами экспериментальные данные (табл. 6) показывают, что, несмотря на практически полное поражение исходного материала заразихой, степень поражения, позволяющая судить о его выносливости в условиях искусственного инфицированного фона, у разных изученных линий различна.

Так, например, среди самоопыленных линий наименьшая степень поражения отмечена у линии ВК-101, составившая 2,6 проростков заразихи на одно пораженное растение, а максимальная – у линии ВА-760 (степень 9,7). Такой уровень выносливости к заразихе в условиях жесткого инфицированного фона при степени поражения восприимчивого контроля 139 проростков на одно растение может считаться незначительной. Таким образом, в условиях отсутствия новых агрессивных рас заразихи семеноводство данных самоопыленных линий будет проходить без существенных затруднений.

Таблица 6

Результаты оценки самоопыленных линий подсолнечника на устойчивость к заразихе

г. Краснодар, 2018–2019 гг.

Название линии	Пораженных растений, %	Степень поражения (проростков заразихи на растении, шт.)
ВК-678	100	8,8
ВК-101	91	2,6
ВК-905	100	4,3
ВА-760	100	9,7
ЭД-765	100	7,1
Среднее	98	6,5
ВНИИМК 8883 (восприимчивый контроль)	100	139,0

Дополнительно к перечисленным ранее признакам нами определен ряд других показателей качества самоопыленных линий, способных повлиять на эффективность их первичного семеноводства. Так, продолжительность периода от всходов до цветения является важным признаком при размещении участков размножения с учетом норм временной изоляции. Высота растений может оказать существенное влияние на эффективность комбайновой уборки, а потенциальная продуктивность и масса 1000 семян самоопыленных линий – на рентабельность семеноводства.

Приведенные данные (табл. 7) показывают, что среди изученных линий варьирование по продолжительности периода всходы – цветение составило 5 суток – от 45 у линии ЭД-765 до 50 у линии ВА-760.

Наиболее низкорослыми были линии ВА-760 и ВК-101 с высотой 93 и 101 см соответственно. Растения с такой высотой обычно считаются недостаточно хорошо адаптированными к комбайновой уборке, у них также понижена конкурентоспособность по отношению к сорной расти-

тельности. В то же время растения линий ВК-678, ВК-905 и ЭД-765 с высотой 135, 121 и 119 см соответственно значительно лучше адаптированы к комбайновой уборке.

Наиболее продуктивными оказались линии ВК-101 (1,29 т/га), ЭД-765 (1,14 т/га) и ВА-760 (1,10 т/га). В то же время линии ВА-760 и ВК-101 являются мелкосемянными формами с массой 1000 семян 41 и 44 г соответственно. При сортировании таких семян значительная их часть будет проходить через подсевное решето и снижать выход кондиционных фракций. Напротив, семенной материал линий ВК-905 и ВК-678 с массой 1000 семян 69 и 65 г соответственно будет лишен таких недостатков при доведении до посевных кондиций.

Таблица 7

Характеристика самоопыленных линий подсолнечника в звеньях первичного семеноводства

г. Краснодар, 2018–2019 гг.

Название линии	Период всходы–цветение, сутки	Высота растения, см	Урожайность, т/га	Масличность, %	Масса 1000 семян, г
ВК-678	49	135	0,92	44,1	65
ВК-101	48	101	1,29	45,4	44
ВК-905	46	121	0,97	42,6	69
ВА-760	50	93	1,10	43,1	41
ЭД-765	45	119	1,14	50,2	49
$НСР_{05}$	-	-	0,12	-	10

Масличность семян самоопыленных линий обычно не оказывает непосредственного влияния на эффективность их первичного семеноводства. В то же время значительно более высокая масличность семян линии ЭД-765 (50,2 %) против 42,6–45,4 % у других изученных линий заставляет обращать особое внимание на процесс уборки и послеуборочной доработки семян этой линии. Такие семена больше травмируются при обмолоте, требуют более мягкого режима сушки и пониженной влажности при хранении. Эту особенность семян линии ЭД-765 обязательно необходимо учитывать в практике первичного семеноводства.

На основании обобщения всех изученных критериев оценки самоопыленных линий нами составлен сводный перечень факторов влияния на эффективность их первичного семеноводства.

ВК-678

Преимущества:

- способность семян к прорастанию при пониженной температуре (7 ^{o}C);
- высокая избирательность оплодотворения (80,5 %) в отношении своей собственной пыльцы и, как следствие, меньшая подверженность генетическому засорению;
- хорошая пчелопосещаемость (0,25 особи на растение в минуту) в сочетании с коротким венчиком трубчатого цветка (5,7 мм).

Недостатки:

- потеря всхожести семян при воздействии повышенной температуры (40 ^{o}C);
- низкая самофертильность (11,8 %), создающая дополнительные трудности при размножении под изоляторами;
- относительно низкая урожайность (0,92 т/га).

ВК-101

Преимущества:

- способность семян к прорастанию в широком диапазоне температурных условий;
- хорошая пчелопосещаемость (0,25 особи на растение в минуту) в сочетании с коротким венчиком трубчатого цветка (4,7 мм);
- высокая самофертильность (59,8 %), облегчающая процесс размножения под изоляторами;
- высокая выносливость к поражению заразихой (расы А–Е);
- относительно высокая урожайность (1,29 т/га).

Недостатки:

- низкая избирательность оплодотворения (44,6 %) в отношении своей собственной пыльцы и, как следствие, значительная подверженность генетическому засорению;
- мелкосемянность (масса 1000 шт. 44 г);
- низкорослость (101 см).

ВК-905

Преимущества:

- способность семян к прорастанию в широком диапазоне температурных условий;
- повышенная избирательность оплодотворения (86,9 %) в отношении своей собственной пыльцы и, как следствие, меньшая подверженность генетическому засорению;
- средняя выносливость к поражению заразихой (расы А–Е);
- крупносемянность (масса 1000 шт. 69 г), укороченный период от всходов до цветения (50 суток);
- оптимальная высота растений (121 см).

Недостатки:

- исключительно слабая пчелопосещаемость (0,02 особи на растение в минуту) как следствие большой длины венчика трубчатого цветка (6,4 мм);
- средняя самофертильность (34,3 %), возможно, завышенная в связи со слабой пчелопосещаемостью;
- периодическая заселенность семян инфекционным началом фомопсиса;
- относительно низкая урожайность (0,97 т/га).

ВА-760

Преимущества:

- хорошая пчелопосещаемость (0,22 особи на растение в минуту) в сочетании с коротким венчиком и трубчатого цветка (5,1 мм);.
- средняя выносливость к поражению заразихой (расы А–Е);
- относительно высокая урожайность (1,10 т/га).

Недостатки:

- слабое прорастание при пониженной температуре (7 ^{o}С), полная потеря всхожести при воздействии повышенной температуры (40 ^{o}С);
- пониженная избирательность оплодотворения (62,5 %) в отношении своей собственной пыльцы и, как следствие, значительная подверженность генетическому засорению;
- низкая самофертильность (19,5 %), создающая дополнительные трудности при размножении под изоляторами;
- периодическая заселенность семян инфекционным началом фомопсиса;
- низкорослость (93 см) и мелкосемянность (масса 1000 штук 41 г).

ЭД-765

Преимущества:

- способность семян к прорастанию при повышенной температуре (40 ^{o}С);
- повышенная избирательность оплодотворения (80,0 %) в отношении своей собственной пыльцы и, как следствие, меньшая подверженность генетическому засорению;
- хорошая пчелопосещаемость (0,20 особи на растение в минуту) в сочетании с коротким венчиком трубчатого цветка (5,3 мм);
- высокая самофертильность (52,4 %), облегчающая процесс размножения под изоляторами;
- средняя выносливость к поражению заразихой (расы А–Е);
- укороченный период от всходов до цветения (45 суток), относительно высокая урожайность (1,14 т/га);
- оптимальная высота растений (119 см).

Недостатки:

- слабое прорастание при пониженной температуре (7 ^{o}С);
- относительно мелкие семена (масса 1000 шт. 49 г);
- высокая масличность семян (50,2 %) требует более мягкого режима обмолота, сушки и пониженной влажности при хранении.

Заключение. Проведена оценка самоопыленных линий подсолнечника ВК-678; ВК-101; ВК-905; ВА-760 и ЭД-765 – материнских форм районированных и перспективных гибридов селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК по признакам, определяющим эффективность их первичного семеноводства.

Получена дополнительная информация по характеру прорастания семян в широком диапазоне температурных условий,

избирательности растений при оплодотворении, самофертильности, пчелопосещаемости, морфологическому строению трубчатых цветков, составу патогенной микрофлоры, устойчивости к заразихе и урожайным свойствам.

На каждую линию составлен краткий технологический паспорт, включающий особенности данного генотипа, способные оказать влияние на эффективность первичного семеноводства.

Список литературы

1. *Fehr W.R.* Principles of cultivar development. V.1. Theory and technique. – Iowa, USA, 1987. – 536 p.

2. *Luxita R., Gabriel A.F., Pacureanu J.M., Sava E., Victorita M.* The behavior of sunflower hybrids in different environmental conditions in Romania // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 827–829.

3. *Беккер Х.* Селекция растений. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 425 с.

4. *Estrada E., Varquez M., Moreno D., Bravo S., Amores J., Roman G., Dodds J., Romano A., Bergada P., Sala C.* Sunflower seed production: past, present and perspectives // Proc. of 18th Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina, February 27 – March 1, 2012. – P. 52–55.

5. *Hristova-Cherbadzhi M.* Evaluation of variation on sunflower single crosses // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 583–592.

6. *Пустовойт В.С.* Селекция подсолнечника // Подсолнечник. – Краснодар, 1940. – С. 7–43.

7. *Radic V., Jocic S., Mrdja J.* Effect of the environment on the chemical composition and some other parameters of sunflower seed quality // Proc. of 17th Intern. Sunfl. Conf., Cordoba, Spain, June 8–12, 2008. – V. 2. – P. 747–750.

8. *Mrdja J., Crnobarac J., Radic V., Miklic V.* Sunflower seed quality and yield in relation to environmental conditions of production region // Helia. – 2012. – V. 35. – No 57. – P. 123–134.

9. *Demir I.* Determination of the yield and yield components performance of some sunflower *(Helianthus annuus* L.) under rainfed conditions // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 985–992.

10. *Robinson R.G.* Artifact autogamy in sunflower // Proc. sunflower forum and research workshop. – USA. – January 27 – 28, 1981. – P. 23–25.

11. *Lilleboe D.* Self-compatibility: another look // The sunflower. – December 1993. – P. 14–15.

12. *Наумова Н.А.* Анализ семян на гибридную и бактериальную инфекцию. – М.: Сельхозиздат, 1964. – 208 с.

13. *Фасулати К.К.* Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М., 1971. – 424 с.

14. *Snein S.E., Sargent S.J., Miko J.* An evaluation of differential attractiveness of sunflower genotypes to honey bees // Proc. of 9th Intern. Sunfl. Conf., Malaga, Spain, June 8–13, 1980. – P. 216–220.

15. *Dimitrov P., Dimitrova Z., Piskov A.* Density of honey bees (*Apis mellifera* L.) on rows of the self-pollinated sunflower line 2607 in seed production of Albena hybrid // Helia. – 1994. – V. 17. – No 21. – P. 53–56.

16. *Balana I., Vranceanu A.V., Craiciu S.D.* Meliferous value of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Romania // Proc. of 13th Intern. Sunfl. Conf., Pisa, Italy, September 7–11, 1992. – V. 1. – P. 52–56.

17. Rules for testing seeds. Association of Official Seed Analysts // J. Seed Tech. – 1981. – No 6. – P. 1–125.

18. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия // Стандартинформ. – М., 2005. – С. 9–10.

19. *Tatic V., Balesevic-Tubic S., Dordevic V., Miklic V., Vujakovic M., Dukic V.* Vigor of sunflower and soybean aging seed // Helia. – 2012. – V. 35. – No 56. – P. 119–126.

20. *Basalma D., Karaman B.* Determination of accelerated aging and field germination test values of some confectionary and oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 206–212.

21. *Khalifa F.M., Schneiter A.A., Eltayeb E.I,* Temperature – germination responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes // Helia. – 2000. – V. 23. – No 33. – P. 97–104.

22. *Пустовойт В.С., Плотников А.И.* Подсолнечник // Масличные культуры. – Краснодар, 1940. – С. 211–239.

23. *Пустовойт В.С.* Влияние межсортовых скрещиваний у подсолнечника на первую генерацию // Масличные культуры. – Краснодар: Советская Кубань, 1945. – Вып. 1. – С. 49–54.

24. *Miklic V.A., Sakac Z.O., Dusanic Z., Atlagic J.D., Joksimovic J.P., Vasic D.M.* Effects of genotype, growing conditions and several parameters of sunflower attractiveness for bee visitation // Proc. of 16th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, August 29 – September 2, 2004. – P. 871–876.

25. *Jovanovic D., Joksimovic J., Marinkovic R.* Variability of seed set, autogamy and self-compatibility in sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbreds // Proc. of 16th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, August 29 – September 2, 2004. – V. 2. – P. 549–554.

26. *Astiz V., Triarte L.A., Flemmer A., Hernandez L.F.* Self-compatibility in modern hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.). fruit set in open and self-pollinated (bag isolated) plants grown in two different locations // Helia. – 2011. – V. 34. – No 54. – P. 129–138.

References

1. Fehr W.R. Principles of cultivar development. V.1. Theory and technique. – Iowa, USA, 1987. – 536 p.
2. Luxita R., Gabriel A.F., Pacureanu J.M., Sava E., Victorita M. The behavior of sunflower hybrids in different environmental conditions in Romania // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 827–829.
3. Bekker Kh. Selektsiya rasteniy. – M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2015. – 425 s.
4. Estrada E., Varquez M., Moreno D., Bravo S., Amores J., Roman G., Dodds J., Romano A., Bergada P., Sala C. Sunflower seed production: past, present and perspectives // Proc. of 18th Intern. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina, February 27 – March 1, 2012. – P. 52–55.
5. Hristova-Cherbadzhi M. Evaluation of variation on sunflower single crosses // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 583–592.
6. Pustovoyt V.S. Selektsiya podsolnechnika // Podsolnechnik. – Krasnodar, 1940. – C. 7–43.
7. Radic V., Jocic S., Mrdja J. Effect of the environment on the chemical composition and some other parameters of sunflower seed quality // Proc. of 17th Intern. Sunfl. Conf., Cordoba, Spain, June 8–12, 2008. – V. 2. – P. 747–750.
8. Mrdja J., Crnobarac J., Radic V., Miklic V. Sunflower seed quality and yield in relation to envi-ronmental conditions of production region // Helia. – 2012. – V. 35. – No 57. – P. 123–134.
9. Demir I. Determination of the yield and yield components performance of some sunflower (Helianthus annuus L.) under rainfed conditions // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 985–992.
10. Robinson R.G. Artifact autogamy in sunflower // Proc. sunflower forum and research workshop. – USA. – January 27 – 28, 1981. – P. 23–25.
11. Lilleboe D. Self-compatibility: another look // The sunflower. – December 1993. – P. 14–15.
12. Naumova N.A. Analiz semyan na gibridnuyu i bakterial'nuyu infektsiyu. – M.: Sel'khozizdat, 1964. – 208 s.
13. Fasulati K.K. Polevoe izuchenie nazemnykh bespozvonochnykh. – M., 1971. – 424 s.
14. Snein S.E., Sargent S.J., Miko J. An evaluation of differential attractiveness of sunflower genotypes to honey bees // Proc. of 9th Intern. Sunfl. Conf., Malaga, Spain, June 8–13, 1980. – P. 216–220.
15. Dimitrov P., Dimitrova Z., Piskov A. Density of honey bees (Apis mellifera L.) on rows of the self-pollinated sunflower line 2607 in seed production of Albena hybrid // Helia. – 1994. – V. 17. – No 21. – P. 53–56.
16. Balana I., Vranceanu A.V., Craiciu S.D. Meliferous value of sunflower hybrids (Helianthus annuus L.) in Romania // Proc. of 13th Intern. Sunfl. Conf., Pisa, Italy, September 7–11, 1992. – V. 1. – P. 52–56.
17. Rules for testing seeds. Association of Official Seed Analysts // J. Seed Tech. – 1981. – No 6. – P. 1–125.
18. GOST R 52325-2005. Semena sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. Sortovye i posevnye kache-stva. Obshchie tekhnicheskie usloviya // Standartinform. – M., 2005. – S. 9–10.
19. Tatic V., Balesevic-Tubic S., Dordevic V., Mi-klic V., Vujakovic M., Dukic V. Vigor of sunflower and soybean aging seed // Helia. – 2012. – V. 35. – No 56. – P. 119–126.
20. Basalma D., Karaman B. Determination of accelerated aging and field germination test values of some confectionary and oilseed sunflower (Helian-thus annuus L.) cultivars // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 206–212.
21. Khalifa F.M., Schneiter A.A., Eltayeb E.I, Temperature – germination responses of sunflower (Helianthus annuus L.) genotypes // Helia. – 2000. – V. 23. – No 33. – P. 97–104.
22. Pustovoyt V.S., Plotnikov A.I. Podsol-nechnik // Maslichnye kul'tury. – Krasnodar, 1940. – S. 211–239.
23. Pustovoyt V.S. Vliyanie mezhsortovykh skreshchivaniy u podsolnechnika na pervuyu generatsiyu // Maslichnye kul'tury. – Krasnodar: Sovet-skaya Kuban', 1945. – Vyp. 1. – S. 49–54.
24. Miklic V.A., Sakac Z.O., Dusanic Z., Atlagic J.D., Joksimovic J.P., Vasic D.M. Effects of genotype, growing conditions and several parameters of sunflower attractiveness for bee visitation // Proc. of 16th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, August 29 – September 2, 2004. – P. 871–876.
25. Jovanovic D., Joksimovic J., Marinkovic R. Variability of seed set, autogamy and self-compatibility in sunflower (Helianthus annuus L.) inbreds // Proc. of 16th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, August 29 – September 2, 2004. – V. 2. – P. 549–554.
26. Astiz V., Triarte L.A., Flemmer A., Hernandez L.F. Self-compatibility in modern hybrids of sun-flower (Helianthus annuus L.). fruit set in open and self-pollinated (bag isolated) plants grown in two dif-ferent locations // Helia. – 2011. – V. 34. – No 54. – P. 129–138.

Получено: 05.12.2019 *Принято:* 27.05.2020
Received: 05.12.2019 *Accepted:* 27.05.2020