

ев. – 2-е изд., перераб. и доп.; под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

4. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза [Текст] / Л.М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 200 с.

5. Бурлакова Л.М. Шкалы обеспеченности почвы подвижными питательными веществами для расчета оптимизированных доз минеральных удобрений под сахарную свеклу [Текст] / Л.М. Бурлакова, А.Б. Совриков // Аграрная наука – сель-

скому хозяйству: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф.: в 4 т. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – С. 369-371.

6. Пузаченко Ю.Т. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности: закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения [Текст] / Ю.Т. Пузаченко, Л.О. Карпачевский, Н.А. Взнуздаев. – М.: Наука, 1970. – С. 103-121.



УДК 633.85:631.52/53 (574.42)

К.А. Урумбаев

### РЕЦИПРОКНЫЙ ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ОТБОР ПО СКС В РОДИТЕЛЬСКИХ ЛИНИЯХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Ключевые слова:** *улучшающее семеноводство, гетерозис, самоопыленная линия, инбредная депрессия, межлинейный гибрид, общая комбинационная способность (ОКС), специфическая комбинационная способность (СКС), топ-кросс, тестер, химически модифицированная мужская стерильность, гаметоциды, апикальное доминирование.*

#### Введение

Особенности воспроизводства сорта у самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся культур до конца не разработаны [1]. Академик В.С. Пустовойт для сортов подсолнечника успешно использовал научно обоснованную, эффективную систему улучшающего семеноводства, обеспечивающую их долголетие и продуктивность. Система улучшающего семеноводства сортов подсолнечника является продолжением селекции. В результате ее применения в хозяйства ежегодно поступали семена с улучшенными качествами. Например, сорт «ВНИИМК-6540», ранее имевший масличность 42%, в последующие годы повысил ее до 52% [2].

Улучшающее семеноводство сортов перекрестноопыляющихся культур обосновано их гетерогенностью и перманентной рекомбинацией генов при свободном

опылении, что позволяет отбирать из сорта-популяции выдающиеся генотипы и объединять их в новый улучшенный сорт-популяцию. Объект первичного семеноводства гибридов подсолнечника – принудительно самоопыленные линии, которые в отличие от сортов имеют высокую гомогенность и константность признаков. На основании этого в семеноводстве гибридов не ведется работа по их улучшению. Основной задачей в семеноводстве родительских линий и гибридов подсолнечника является поддержание их генетической чистоты. При этом перекрестноопыляющаяся природа как линий, так и гибридов подсолнечника инициирует изучение вопроса их возможного улучшения.

Р.У. Югенхеймер [3] описал различные методы улучшения популяций, гибридов и линий. Для улучшения линий он рекомендует: отбор гамет, возвратное скрещивание, однократный беккросс, конвергентное улучшение, повторный отбор в самоопыленных линиях. В семеноводстве наиболее целесообразным и перспективным для улучшения линий, а на основании этого и улучшения в целом гибрида, является повторный отбор в родительских линиях гибридов по признаку специфическая комбинационная способность (СКС). На существование различий по признаку комбинаци-

онной способности у отдельных растений даже хорошо выровненных линий указывают многие авторы. Б. Вълченков [4] проводил повторный отбор в материнских формах двух простых межлинейных гибридов кукурузы Кнежа 36 и Кнежа 2Л-611. В результате работы были получены новые линии, характеризующиеся высокой комбинационной способностью. Новые гибриды, полученные на улучшенных родительских линиях гибрида Кнежа 36, превышали исходный гибрид на 14-16%, а гибрида Кнежа 2Л-611 – на 8-27%. Ф.К. Виличку [5], проводя реципрокный периодический отбор на СКС по урожайности у родительских линий простых гибридов подсолнечника, установил, что один цикл такого отбора позволяет выделить генотипы, превышающие исходную линию по данному признаку на 10-14%.

Учитывая всё вышеизложенное, в период с 1990 по 1995 гг. мы проводили опыты по возможности улучшения гибридов подсолнечника Казахстанский 1, Казахстанский 2, Казахстанский 334. **Целью наших исследований** являлось повышение урожайности данных гибридов путём отбора отдельных растений из их родительских линий с более высокой СКС по данному признаку.

#### Объекты и методика проведения исследований

Исследование проводилось в основном поле отдела селекции и семеноводства Казахской опытной станции масличных культур. Объектами исследований являлись родительские линии гибридов подсолнечника.

Работа выполнялась путем реципрокного периодического отбора по признаку – специфическая комбинационная способность (СКС) в родительских линиях указанных гибридов. Улучшаемые гибриды имеют следующие гибридные формулы:

Казахстанский 1 – ВКУ-102А X ВКУ-41в;

Казахстанский 2 – ВКУ-101А X SL 3372;

Казахстанский 334 – (ВКУ-181А X ВКУ-183Б) X ВКУ-34в.

Из гибридных формул следует, что Казахстанский 1 и Казахстанский 2 являются простыми межлинейными гибридами, а Казахстанский 334 – тройным межлинейным гибридом.

Опыты проводились по методу топкросса по следующей схеме.

1-й год. Получение тест-гибридов у отдельных растений с одновременным их самоопылением, для чего у этих растений

проводится формирование двух побегов. В фазе бутонизации, при размере диаметра корзинки 2-3 см, для химического индуцирования мужской стерильности одну из корзинок опрыскивают 0,005%-ным водным раствором гиббереллина. Перед цветением оба побега изолируют индивидуальными изоляторами. Во время цветения на химически кастрированную корзинку наносят смесь пыльцы тестера данной линии. Тестером для каждой из линий является ее партнер в улучшаемом гибриде. Вторая корзинка самоопыляется.

В питомниках топкроссов мы получали тест-гибриды родительских линий улучшаемых гибридов как в прямой, так и в обратной комбинациях. Так, для линии ВКУ-102 тестером является линия ВКУ-41в, ее партнер в гибриде Казахстанский 1, соответственно, для линии ВКУ-41в тестером служит линия ВКУ-102. Таким же образом подобраны тестеры и для остальных линий. Работы по периодическому отбору в самоопыленных линиях впервые были проведены на кукурузе. Для этого один початок кукурузы использовался для получения тест-гибридов, а второй самоопылялся. Для однокорзиночных неветвистых линий подсолнечника подобная работа становится возможной только с использованием метода декапитации с последующим формированием у декапитированного растения двух побегов. Декапитацию проводят в фазе двух пар настоящих листьев путем удаления верхушечного побега, т.е. подавления апикального доминирования и стимулирования роста пазушных почек с формированием двух побегов. На рисунке представлено декапитированное растение.

2-й год. Испытание полученных в предыдущем году тест-гибридов на урожайность. Контролем для сравнения служит гибрид, родительской формой которого является улучшаемая линия. Сравнение проводится модифицированным парным методом по схеме: К N N N N K N N N N K (где К-контроль, N – испытываемые тест-гибриды) на четырехрядковых делянках с общей площадью 12,74 м<sup>2</sup>, учетная площадь 5,39 м<sup>2</sup>. Повторность испытания различная, в зависимости от наличия семян от однократной до четырехкратной. В основном в 3-, 4-кратной повторности. Полученные результаты обрабатываются дисперсионным методом.

В последующие годы с выделившимися по СКС растениями линий проводится второй цикл отбора.



Рис. 1. Декапитированное растение линии ВКУ-102 в питомнике топкроссов

**Экспериментальная часть**

При проведении декапитации проявилось различие реакции линий к данному приёму. Плохо развивались после декапитации растения линии ВКУ-101, до конца вегетации большинство растений этой линии оставались в обезглавленном состоянии, без роста пазушных почек и общего роста. Возможной причиной этого может быть повышенное содержание ауксина у данной линии, роль которых в апикальном доминировании доказана экспериментально. Дефицит ауксина приводит к снятию апикального доминирования [6].

Результаты работы 1990-1991 гг. были нами выбракованы из-за сильного повреждения участков птицами при испытании на урожайность полученных в 1990 г. тест-гибридов. В 1992 г. мы продолжили работу и получили 373 тест-гибрида у 5 линий. Не были получены тест-гибриды у линий восстановителей фертильности пыльцы ВКУ-34в и SL-3372 в связи с тем, что на опрысканных гиббереллином корзинках у этих линий была пыльца. Причиной невыполнения химической кастрации могут быть наследственные особенности этих линий, т.к. влияние гиббереллина на пол растений у разных генетических линий одного вида проявляется по-разному [6, 7], либо для кастрации этих линий необходимо изменение методики проведения (более концентрированный раствор гиббереллина или опрыскивание им данных линий надо начинать в другой срок развития). Из-за неполучения тест-гибридов у линий ВКУ-34в и SL-3372 рецiproкный отбор мы провели только для гибрида Казахстанский 1.

В 1993 г. было проведено первичное испытание тест-гибридов, полученных в 1992 г. В таблице 1 представлено количество испытанных тест-гибридов по каждой линии.

Не испытывались тест-гибриды с малым количеством семян, не позволяющим провести их испытание в повторности. Кроме учета урожайности в питомнике первичного испытания тест-гибридов проводились фенологические наблюдения, в фазе физиологической спелости были проведены измерения растений, зимой 1993-1994 гг. проведены лабораторные анализы выделившихся по урожайности номеров.

Таблица 1

Количество испытанных в 1993 г. тест-гибридов

Гибридная формула тест-гибрида*	Было испытано, шт.			
	всего	В повторности		
		4-крат.	3-крат.	2-крат.
ВКУ-102Б X ВКУ-41в (Казахст. 1)	63	36	23	4
ВКУ-181Б X ВКУ-34в (Казахс 334)	68	35	33	
ВКУ-183Б X ВКУ-34в (Казахс 334)	10	4	6	
ВКУ-101Б X SL-3372 (Казахст. 2)	12	4	8	
ВКУ-41в X ВКУ-102Б (Казахст.1)	96	4	34	58
<b>Всего испытывалось</b>	<b>249</b>	<b>83</b>	<b>104</b>	<b>62</b>

\* В скобках указан гибрид, родительской формой которого является испытываемая линия.

**Результаты и их обсуждение**

В таблице 2 представлены результаты измерений растений тест-гибридов в сравнении с контролем, т.е. гибридом, по которому ведется работа по улучшению.

Из результатов измерений следует, что параметры прямых гибридных комбинаций, за исключением тест-гибридов ВКУ-181Б X ВКУ-34в и ВКУ-183Б X ВКУ-34в, соответствуют своим контрольным гибридам. Разница в ростовых показателях между Казахстанским 334 и тест-гибридными комбинациями объясняется тем, что сравниваемый с ними гибрид Казахстанский 334 является тройным в отличие от простых тест-гибридов ВКУ-181Б X ВКУ-34в и ВКУ-183Б X ВКУ-34в. Простые тест-гибриды имели большую величину роста, чем тройной гибрид Казахстанский 341, а также более длительный вегетационный период. Более рослой оказалась и обратная комбинация Казахстанского 1 (ВКУ-41в X ВКУ-102Б).

Проведенный анализ масличности и массы 1000 семян продемонстрировал соответствие прямых гибридных комбинаций тест-гибридов своим контрольным гибридам. Имеется различие в масличности у гибрида Казахстанский 334 и комби-

нации ВКУ-181 X ВКУ-34в, видимо, по той же причине, что и в результате ростовых измерений. Данные лабораторных анализов масличности и массы 1000 семян представлены в таблице 3.

Низкие коэффициенты вариации масличности и массы 1000 семян указывают на то, что испытываемые растения в линиях имеют большую однородность и выровнены по данным признакам. По урожайности из 249 испытанных тест-гибридов достоверную прибавку показали только 9 гибридов, результаты испытания которых представлены в таблице 4.

Из представленных результатов выделившихся по урожайности тест-гибридов высокой достоверностью обладают только опыты с тест-гибридами, полученными из линии ВКУ-102, в остальных опытах их точность превышает 3%. На точность опытов сильное влияние оказывают изреженность делянок и небольшая учетная площадь делянки (5,39 м<sup>2</sup>).

В 1994-1995 гг. были проведены работы по второму циклу отбора в родительских линиях, но выделившиеся по урожайности в первом цикле растения во втором не подтверждали полученного результата.

Таблица 2  
Средние значения измерений растений, изученных в 1992 г. тест-гибридов в сравнении с контролем

Название контроля, гибридная формула тест-гибрида	Наклон корзинки		Высота растения	
	среднее значение, см	коэф. вариаци., v%	среднее значение, см	коэф. вариаци., v%
Казахстанский 1 (к)	103,2±2,2	5,06	131±1,7	3,01
ВКУ-102Б X ВКУ-41в	103,1±1,4	5,9	133,2±1,2	3,8
ВКУ-41в X ВКУ-102Б	117,0±2,2	3,6	137,9±2,6	4,0
Казахстанский 2 (к)	99,6±7,1	7,8	138,9±4,5	3,6
ВКУ-101 Б X SL-3372	94,7±7,6	7,8	137,8±5,7	5,9
Казахстанский 334	114,6±5,9	9,6	137,9±5,9	7,9
(ВКУ-181А X ВКУ-183Б) X ВКУ-34в				
ВКУ-181Б X ВКУ-34в	124,4±2,8	6,2	145,2±3,4	6,4
ВКУ-183Б X ВКУ-34в	123,1±3,6	4,9	141,6±3,3	4,0

Таблица 3  
Масличность и масса 1000 семян тест-гибридов, изученных в 1992 г., в сравнении с контрольными гибридами

Название контроля, гибридная формула тест-гибрида	Масличность семянки		Масса 1000 семян	
	среднее значение, %	коэф. вариации, v%	среднее значение, г	коэф. вариации, v%
Казахстанский 1 (к)	47,2±0,5	2,7	39,3±1,3	7,5
ВКУ-102Б X ВКУ-41в	46,8±0,3	1,7	40,3±0,9	6,4
ВКУ-41в X ВКУ-102Б	46,8±1,0	3,03	41,9±1,0	3,4
Казахстанский 2 (к)	45,3±3,2	4,5	57,2±5,8	6,3
ВКУ-101 Б X SL-3372	45,8±1,0	3,0	60,9±3,4	7,4
Казахстанский 334	48,9±1,1	2,6	47,4±2,2	6,1
(ВКУ-181А X ВКУ-183Б) X ВКУ-34в				
ВКУ-181Б X ВКУ-34в	50,8±1,5	3,9	48,0±0,8	2,6
ВКУ-183Б X ВКУ-34в	48,2±1,3		47,1	

Урожайность выделившихся в 1993 г. тест-гибридов

Название контроля, номер тест-гибрида	Урожайность, ц/га	Прибавка (+ ц/га)	НСР <sub>0,95</sub>	m, %
Казахстанский 1 (к)	24,2		2,7	1,8
1003-5	29,4	5,2		
1004-2	29,6	5,4		
Казахстанский 1 (к)	26,9		1,6	1,8
1012-3	31,8	4,9		
1015-3	30,4	3,5		
Казахстанский 334 (к)	28,4		3,6	3,8
1069-5	32,9	4,5		
1076-4	32,3	3,9		
Казахстанский 334 (к)	28,7		3,1	3,2
1084-2	33,1	4,4		
1085-1	32,4	3,7		
Казахстанский 1 (к)	23,9		3,4	4,0
1130-2	29,4	5,5		

### Выводы

В результате проведённого опыта установлены следующие факты.

1. Реципрокный периодический отбор по СКС в родительских линиях гибрида Казахстанский 1 не выявил отличающихся по данному признаку растений. Выделившиеся по урожайности в 1993 г. 5 растений во втором цикле отбора не показали такого же превышения. Тест-гибриды, полученные у отдельных растений линий, имеют высокую сходность по ростовым показателям, по масличности и массе 1000 семян с очень низкими коэффициентами вариации, что указывает на высокую гомогенность и константность линий.

2. Не исключена возможность выделения растений с повышенной СКС у других линий, не имеющих столь продолжительного срока самоопыления, как в случае нашего опыта, т.е. у линий, имеющих более высокую гетерогенность.

3. Отмечено отсутствие роста после декапитации у большинства растений линии ВКУ-101, что может быть вопросом физиологических исследований.

4. Установлено отсутствие модифицирующего действия гиббереллина на микроспорогенез у линий ВКУ-34в и SL-3372 в общепринятые для химической кастрации подсолнечника фазы развития растений и концентрации гиббереллина. Изучение возможности химически модифицированной мужской стерильности у этих линий также может быть темой отдельного исследования.

### Библиографический список

1. Гуляев Г.В. О методах и приемах сохранения типа сорта в первичном семеноводстве / Г.В. Гуляев, Н.В. Большаков // Селекция и семеноводство. – 1990 – № 6.
2. Елагин И.Н. Выдающийся ученый селекционер / И.Н. Елагин // Вестн. АН СССР. – 1986. – № 5. – С. 134.
3. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Р.У. Югенхеймер. – М.: Колос, 1979.
4. Вълченков В. Повышение продуктивности гибридов путём повторного отбора по комбинационной способности в родительских самоопыленных линиях / В. Вълченков // Тезисы докладов IX заседания ЕУКАРПИИ. – Краснодар, 1977. – С. 16-17.
5. Виличку Ф.К. Улучшение родительских форм простых гибридов подсолнечника по комбинационной способности: автореф. дис. / Ф.К. Виличку. – Л.: ВНИИР, 1984.
6. Физиология растений / под ред. И.П. Ермакова. – М.: Изд-кий центр «Академия», 2007.
7. Попов В.Н. Мужская стерильность подсолнечника. Теоретические и прикладные аспекты / В.Н. Попов, В.В. Кириченко // Вісник Харківського національного аграрного університету (Серія біологія). – 2007. – Вип. 2(11). – С. 18-33.

