

8. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. – Л., 1981. – 30 с.

9. Международный классификатор СЭВ рода *Avena L.* – Л., 1984.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985.

11. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2004. – 162 с.



УДК 633.358:631.523

**А.В. Обухова,
Л.В. Омелянюк,
Н.А. Поползухина**

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В СИСТЕМЕ ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Ключевые слова: *Pisum sativum L.*, исходный образец, гибрид первого и второго поколений, комбинационная способность, структура урожая, продуктивность.

Введение

В Сибири горох занимает основное место в посевах зернобобовых культур. Его зерно является ценным пищевым и кормовым продуктом, так как отличается более высоким содержанием белка, сбалансированного по аминокислотному составу, лучшей усвояемостью и большей питательностью, чем зерно хлебных злаков. Кроме того, горох представляет исключительный интерес как фактор биологической интенсификации растениеводства, поскольку, обладая симбиотической азотфиксацией, способствует повышению плодородия почвы и урожайности последующих культур [1].

Возделываемый в производстве горох не реализует свой потенциал урожайности вследствие низкой технологичности и недостаточной адаптивности к местным условиям. Необходимы сорта с высоким уровнем продуктивности, неосыпающиеся, устойчивые к полеганию и к многочисленным стрессовым факторам среды [2].

Эффективность селекционных программ, основанных на рекомбинации генов, во многом зависит от комбинационной способности исходного материала, включаемого в гибридизацию.

Оценка комбинационной способности родительских форм позволяет предвидеть результаты будущих скрещиваний и сконцентрировать внимание на перспективном материале, избегая при этом затраты времени и средств на повторное получение и испытание гибридов от родителей, не имеющих практической ценности [3].

Комбинационная способность линий на основе испытания гибридов F_1 может быть проведена по двум критериям: по общей (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС). ОКС – средняя величина гетерозиса, наблюдающаяся по всем гибридным комбинациям. СКС – отклонение величины признака у той или иной конкретной комбинации. На основе эффектов ОКС можно судить об аддитивном действии генов, в то время как константы СКС в большей мере зависят от генов с доминантным или эпистатическим эффектами. Реципрокный эффект (РЭ) проявляется, если развитие признака контролируется цитоплазмой. Существенные различия между реципрокными гибридами будут наблюдаться только в том скрещивании, где материнская форма имеет генетически активную цитоплазму [4].

Исследования проведены с целью получения исходного материала для селекции гороха на повышенную семенную продуктивность, технологичность и устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды. В связи с этим была поставлена следующая **задача:** на основе изучения комбинационной способности образцов гороха усатого морфотипа выявить доноры по основным признакам продуктивности.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований послужили 5 родительских образцов гороха посевного с усатым типом листа (af), 20 диаллельных гибридов первого (F_1) и второго (F_2) поколений. Четыре образца селекции ГНУ СибНИИСХ (г. Омск, Россия), включенные в эксперимент, являются донорами неосыпаемости семян (def): Омский 9 районирован в Западно-Сибирском регионе с 1999 г.,

является донором высокой семенной продуктивности [5]; Благовест районирован в Западно-Сибирском регионе с 2008 г.; Л 646/08 – короткостебельная, высокобелковая линия. Также в эксперимент включен современный европейский сорт Девиз, созданный в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева (г. Харьков, Украина). По данным лаборатории селекции зернобобовых культур ГНУ СибНИИСХ и И.В. Кондыкова с соавторами (ГНУ ВНИИЗБК, г. Орел) [6] этот короткостебельный образец проявил себя как сорт с высоким потенциалом продуктивности и технологичности.

Экспериментальная часть работы проводилась на полях лаборатории селекции зернобобовых культур ГНУ СибНИИСХ Россельхозакадемии в течение 2010-2011 гг., различающихся по гидротермическому обеспечению вегетационного периода (май – август): первый год по погодным условиям был более благоприятен, чем второй. Количество осадков в 2010 г. составило 113 мм (54% от нормы). Пик засухи в 2010 г. наблюдался в июле (за месяц выпало 20 мм осадков, 32% от нормы) и в первую декаду августа, когда осадков практически не было. В 2011 г. метеорологические условия в мае – августе в целом были близки к среднемуголетним показателям: выпало 206 мм осадков (102% от среднемуголетнего значения). Но распределение атмосферной влаги было неравномерным. Май – июнь были засушливыми, а июль – август достаточно увлажненными. За эти периоды выпало осадков, соответственно, 59,1 мм (65,8% от нормы) и 146,4 мм (123,4% от нормы).

Посев проводился вручную: в 2010 г. – 20 мая, в 2011 г. – 18 мая. Предшественник – яровая пшеница после кукурузы. Изучаемый селекционный материал размещался по методу рендомизированных блоков в четырех повторностях. Блок составляли гибриды F_1 или F_2 и общая для них материнская форма. Площадь питания растений 10x40 см. Делянки убраны вручную, исключая краевые растения. Анализ структуры урожая проведен по 9 признакам у 25 растений из каждой повторности. Для статистической обработки данных использовали метод дисперсионного анализа [7]. Оценка исходного материала по комбинационной способности – по методике Гриффинга (метод I) в изложении Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной [8].

Результаты исследования и их обсуждение

В нашем опыте реакция образцов гороха на изменение погодных условий была весьма существенна, например, в 2011 г. средняя продуктивность растений в опыте (8,6 г) уменьшилась на 56,1% по сравнению с

2010 г. (19,6 г), средняя высота – на 8,7% (с 104,5 до 95,4 см). Наиболее стабильным по годам оказался признак число узлов до первого боба. У всех образцов (исходные формы и гибриды) цветение начиналось на 14-15-м узле.

В среднем за два года исследований самым длинностебельным оказался образец Омский 9 (107,7 см), а наименьший показатель – у линии Л 646/08 (57,5 см). Максимальным выражением большинства признаков структуры урожая также отличались этот реестровый сорт и гибриды, полученные с его участием (табл.). По важному агрономическому признаку – масса 1000 семян, вносящему значительный вклад в семенную продуктивность, за годы изучения выделился Благовест (265,7 г), самыми мелкими были семена у сорта Омский 9 и линии Л 646/08 (соответственно, 194,8 и 187,7 г). Масса 1000 семян в F_1 уменьшилась в сравнении с исходной формой у гибридов, полученных с использованием Благовеста и Л 37/03, у остальных образцов этот показатель увеличился. В целом анализируемые показатели гибридов F_1 превышали исходные формы. Исключением являются потомки самого продуктивного сорта Омский 9 – по признакам число и масса семян с растения они уступили исходному сорту, соответственно, на 21,4 и 9,6%.

Испытание диаллельных гибридов первого поколения показало, что наибольший вклад в изменчивость большинства рассматриваемых хозяйственно-ценных признаков в 2010-2011 гг. внесли аддитивные эффекты генов – доля ОКС варьировала от 53,0 до 88,8% (рис.). Наибольшая доля СКС отмечена по признакам: масса семян с растения в оба года исследования (соответственно, 46,5 и 50,7%); в 2010 г. – высота растения (58,2%), число бобов на главном стебле (39,6%), число бобов с растения (41,0%). Наибольший реципрокный эффект, отражающий ядерно-плазматические отношения, независимо от условий выращивания, наблюдался по массе семян с растения (соответственно, 21,0 и 24,7%), а также по числу бобов на главном стебле в 2010 г. (22,7%).

В 2011 г. при изучении F_1 и F_2 вклад ОКС и СКС в изменчивость большинства признаков не зависел от гибридного поколения за исключением результирующего признака элементов структуры урожая массы – семян с растения, так как во втором расщепляющемся поколении на детерминацию этого признака преимущественно стало оказывать влияние аддитивное действие генов – доля ОКС 55,2%.

В наших исследованиях ранг образца по величине эффектов ОКС в основном совпадал с рангом фенотипического проявления

признаков – формы с наибольшими показателями по элементам структуры урожая, как правило, характеризовались и высокой ОКС. По мнению многих ученых, результативность селекции возрастает при вовлечении в скрещивания сортов с высокой или средней ОКС [5, 9]. Несмотря на то, что короткостебельные образцы Девиз и Л 646/08 обладали низкой ОКС по продуктивности, ряд гибридных комбинаций F₁, полученных с их участием, стабильно отличались высоким фенотипическим проявлением и гетерозисом по признаку масса семян с растения: Л 646/08 х Омский 9 (19,9 г),

Благовест х Девиз (16,4 г), Девиз х Л 37/03 (15,8 г).

В результате наших исследований выявлено, что донорами для селекции являются образцы: при создании сортов со стеблем средней длины – Благовест, Л 37/03 и короткостебельных форм – Девиз, Л 646/08; на уменьшение числа узлов до первого боба – Девиз; для увеличения числа узлов до первого боба целесообразно использовать Л 646/08, Омский 9; на увеличение числа семян и массы семян с растения – Л 37/03, Омский 9; на крупносемянность – Благовест, Л 37/03; на мелкосемянность – Омский 9, Л 646/08.

Таблица

Фенотипическое проявление признаков семенной продуктивности у родительских образцов и гибридов F₁ (среднее за 2010-2011 гг.)

Признак	Генотип	Образец					НСР ₀₅
		Омский 9	Благовест	Л 37/03	Девиз	Л 646/08	
Число продуктивных узлов с главного стебля растения, шт.	P	6,4	4,9	5,4	5,2	4,1	0,6
	F ₁	6,8	5,9	5,7	6,0	5,5	-
Число продуктивных узлов с растения, шт.	P	8,0	5,2	5,7	5,5	4,7	0,6
	F ₁	8,0	6,8	6,6	6,7	6,1	-
Число бобов с главного стебля растения, шт.	P	12,5	8,5	10,3	10,5	8,8	1,1
	F ₁	12,4	10,9	10,5	11,3	10,8	-
Число бобов с растения, шт.	P	14,6	9,2	10,8	10,9	9,8	1,2
	F ₁	14,7	12,2	12,0	12,6	12,0	-
Масса 1000 семян, г	P	194,8	265,7	237,3	209,6	187,7	21,9
	F ₁	201,6	239,5	221,5	215,5	218,9	-
Число семян с растения, шт.	P	83,8	44,4	57,5	47,7	49,9	5,9
	F ₁	65,9	53,7	65,2	62,5	63,2	-
Масса семян с растения, г	P	16,7	12,2	14,1	9,9	9,7	1,4
	F ₁	15,1	14,7	15,0	13,8	14,2	-

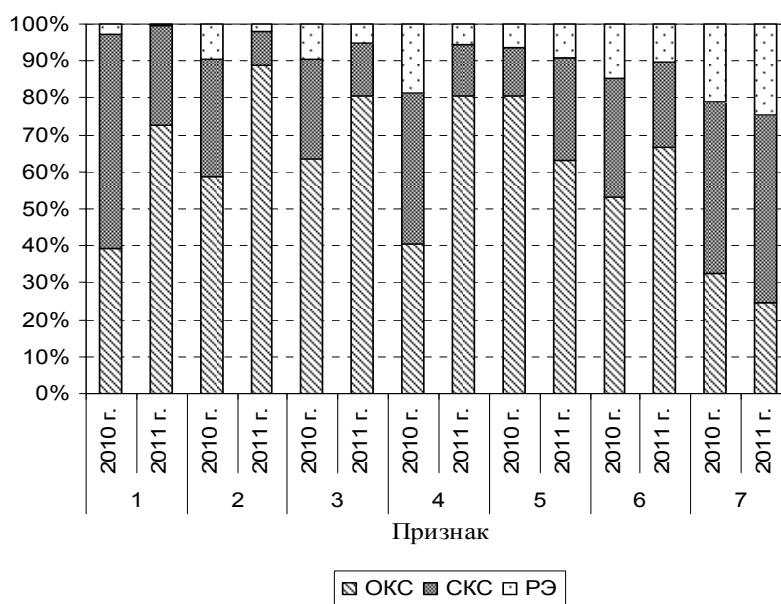


Рис. Источник варьирования признаков продуктивности у гороха.
 Признаки: 1 – высота растения; 2 – число междоузлий до первого боба;
 3 – число продуктивных узлов с растения; 4 – число бобов с растения; 5 – масса 1000 семян;
 6 – число семян с растения; 7 – масса семян с растения

Учеными доказано, что сорт будет донором по урожайности, если он обладает высокой ОКС как минимум по трем признакам, ее слагающим, особенно по числу бобов и семян с растения [5, 9, 10]. Наиболее ценным для селекции образцом, включенным в наши исследования, как и в опыте Омелянюк Л.В. [5], является Омский 9, имеющий высокую комбинационную способность по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Выводы

Все образцы, включенные в эксперимент, являются ценным исходным материалом для селекции гороха на повышенную семенную продуктивность, технологичность и устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды.

Отбор гомозиготных линий с оптимальной длиной стебля, наибольшим числом бобов на главном стебле и на растении, с высокой массой семян с растения возможен только из более поздних гибридных поколений.

Библиографический список

1. Коробова Н.А. Широкое экологическое испытание сортов гороха в условиях северного Кавказа // Роль генетических ресурсов и селекционных достижений в обеспечении динамического развития сельскохозяйственного производства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Орел: Картуш, 2009. – С. 165-169.
2. Соловьев Т.В., Лихенко И.Е. Особенности формирования урожая зерна гороха посевного различных морфотипов в условиях лесостепи Приобья // Сибирский вест-

ник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 2. – С. 28-36.

3. Цильке Р.А. Комбинационная способность сортов мягкой яровой пшеницы по крупности зерна в условиях Западной Сибири // Генетика, цитогенетика и селекция растений: собрание научных трудов. – Новосибирск, 2003. – С. 290-293.

4. Гуляев Г.В., Мальченко В.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 215 с.

5. Омелянюк Л.В. Селекционная ценность сортов гороха // Доклады РАСХН. – 2006. – № 1. – С. 6-9.

6. Кондыков И.В. и др. Современное состояние сорта гороха урожайность и содержание белка // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 5 (11). – С. 17-20.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

8. Цильке Р.А., Присяжная Л.П. Методика оценки исходного материала по комбинационной способности в диаллельных скрещиваниях: метод. реком. – Новосибирск, 1979. – 29 с.

9. Хангильдин В.В., Асфандиярова Р.Р. Генетическое прогнозирование в селекции гороха // Селекция, семеноводство и агротехника зернобобовых культур – Орел, 1980. – С. 147-158.

10. Омелянюк Л.В. Создание и изучение исходного материала в селекции гороха для южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Омск, 1998. – 15 с.



УДК 574.24:546.161

Л.С. Свинолупова,
С.Ю. Огородникова,
Т.Я. Ашихмина

ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ НА ДЕЙСТВИЕ ФТОРИДА НАТРИЯ

Ключевые слова: фторид натрия, ячмень, всхожесть, рост, пероксидаза, перекисное окисление липидов, выход электролитов.

В настоящее время актуальной является проблема локального фторидного загрязнения природных сред, непосредственно прилегающим к предприятиям – источникам поступления фтористых соединений. К числу

таких производств относятся: алюминиевые заводы, предприятия по производству фосфорных удобрений, тепловые электростанции, работающие на угле с высоким содержанием фтора [1]. Загрязнение почв фторидами может происходить в ходе работы объектов по уничтожению химического оружия [2].

Известно, что соединения фтора, попадая в почву, частично закрепляются кри-