

THE ROLE OF GENETIC RESOURCES IN IMPROVING THE PRODUCTIVITY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF CROP PRODUCTION

V.I. Zotikov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: Conservation, use and mobilization of genetic resources is necessary to ensure crop production and is one of the most important priorities in addressing food security. In connection with the recent trend in the deterioration of food safety in recent years, the measures taken in all countries are aimed at: the preservation of national genetic resources – breeds of animals and plant varieties; strengthening control and tightening standards for the content of harmful ingredients that affect human health; the development of ecological agriculture, where environmental problems are resolved when the economic activities of man and nature are interrelated.

Keywords: genetic resources, selection, productivity, crop production, environmental testing, variety.

УДК 635.656:576.1:631.527

СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАССЕЧЁННОЛИСТОЧКОВОГО МОРФОТИПА ГОРОХА

А.А. ЗЕЛЕНОВ, научный сотрудник

А.Н. ЗЕЛЕНОВ, Т.С. НАУМКИНА, Н.Е. НОВИКОВА*,

доктора сельскохозяйственных наук

А.М. ЗАДОРИН, Г.А. БУДАРИНА, С.В. БОБКОВ,

кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

Рассечённолисточковая форма гороха благодаря высоким физиологическим показателям продукционного процесса и другим достоинствам представляет интерес для её использования в биоэнергетическом направлении селекции. В качестве предварительного этапа поставлена задача создания достаточно обширной и разнообразной коллекции генисточников. В статье описаны селекционные линии рассечённолисточкового морфотипа, которые могут быть использованы для создания неполегающих, высокоурожайных и высококачественных, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам сортов. Указаны особенности использования этих источников в селекционном процессе.

Ключевые слова: горох, рассечённолисточковый морфотип, селекция, генисточники.

Широко возделываемые в настоящее время безлисточковые сорта гороха, превосходя остальные морфотипы по устойчивости к полеганию, уступают им по площади фотоассимилирующей поверхности, степени развития корневой системы и некоторым другим показателям, которые делают усатые сорта уязвимыми в критические периоды вегетации [1, 2]. Принимая во внимание эти особенности, В.В. Хангильдин [3] предположил, что «идеальным случаем было бы совмещение простого по конструкции листа с усиками у базальной части листа».

Практически именно такой идеальной формой явился выявленный в 2002 г. во ВНИИЗБК в посевах усатого сорта Батрак спонтанный мутант, характерным отличием которого является сложный лист с глубоко рассечёнными в верхней части листочками и отходящими от их базальной части усиками.

Рассеченнолисточковая форма гороха обладает высокими параметрами фотосинтетической деятельности: содержанием хлорофиллов в листовых органах, интенсивностью и чистой продуктивностью фотосинтеза, фотосинтетическим потенциалом. Вследствие этого в благоприятных условиях она формирует и более высокую по сравнению с усатыми и листочковыми сортами биомассу. Изученные линии этого морфотипа превосходят безлисточковые сорта по объёму и массе корней, а также по клубенькообразующей способности. Адаптивный потенциал рассечённолисточковых растений характеризуется высокой активностью ферментов антиоксидантной системы, которая является фактором неспецифической устойчивости к различным стрессам. Некоторые линии устойчивы как к отдельным так и к группам патогенов. Большинство линий имеют повышенное содержание белка в семенах [3, 4].

Указанные достоинства рассечённолисточковой формы послужили основанием для её использования в селекции на повышение биоэнергетического потенциала растения. Необходимым условием установления в геноме регуляторных связей, соответствующих новому уровню организации метаболических процессов является свободное скрещивание рассечённолисточковых генотипов в изоляции от других листовых форм. В связи с этим была поставлена задача создать достаточно обширную и разнообразную коллекцию генисточников для развёртывания селекционной работы в этом направлении.

Материал и методы исследований

Работа по созданию генисточников рассечённолисточкового морфотипа началась сразу после обнаружения в 2002 г. спонтанного мутанта. Опытные посева размещались в селекционном севообороте ВНИИЗБК. Почвы тёмно-серые лесные, среднесуглинистые, среднеокультуренные. Содержание гумуса (по Тюрину) 4,4-5,4%. В 100 г почвы в среднем содержалось 12,5 мг легкогидролизуемого азота (по Кононовой), 10,1 мг K_2O и 19,5 мг P_2O_5 (по Кирсанову), рН солевой вытяжки 4,9-5,3. Погодные условия в годы проведения исследований отличались большим разнообразием, что позволило объективно оценить селекционный материал.

В 2011, 2012 и 2015 гг. осенью проводили культивацию на глубину 10-12 см. В предшествующие годы и в 2013 и 2014 гг. – зяблевую вспашку на 20-25 см. В 2002-2008 гг. под предпосевную культивацию вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$, позднее $N_{15-30}P_{15-30}K_{15-30}$. Предшественник – пар.

Генетическое разнообразие рассечённолисточкового морфотипа создавали методом внутривидовой гибридизации. В начальный период работы донором рассечённолисточковости служил рассечённолисточковый мутант (обозначен символом Рас-тип). Впоследствии добавились производные от него рассечённолисточковые линии. В качестве источников и доноров хозяйственно ценных признаков и свойств привлекали сорта и селекционные линии ВНИИЗБК, сорта других селекционных учреждений, генетические ресурсы мировой коллекции ВИГРР (ВИР) им. Н.И. Вавилова. В качестве стандарта до 2009 г. включительно использовали листочковый сорт Орловчанин, с 2010 г. – усатый сорт Фараон.

Учёты и наблюдения осуществляли в соответствии с методическими указаниями «Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение» (под ред. М.А. Вишняковой, 2010). Содержание сырого протеина ($N \times 6,25$) в семенах определяли по Кьельдалю на автоматической системе ИДК-152 и дигесторе ДК-6 формы Velp scientifica. Оценка образцов по устойчивости к болезням и вредителям проводили на инфекционном, инвазионном и провокационном фонах по разработанной во ВНИИЗБК методике (А.М. Овчинникова и др., 1990). Анатомическое строение стебля изучали в фазу начала налива бобов на отрезках шестого-седьмого междоузлия, где обычно происходит изгиб стебля при полегании. Сделанные с помощью ручного микротома срезы рассматривали под микроскопом Levenhuk 40L (США) при 60-кратном увеличении и фотографировали фотокамерой, подключённой к микроскопу.

С целью изучения реакции растений на симбиотическую азотфиксацию перед посевом семена обрабатывали водной суспензией бактерий производственного штамма *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae 250a при разведении 10^7 - 10^8 клеток на растение. Для учёта числа клубеньков на корнях использовали метод монолитов (Г.В. Посыпанов, 1992). Азотфиксирующую способность определяли по активности нитрогеназы методом редукции ацетилена по методике ВНИИ с.-х. микробиологии (1982) на газовом хроматографе с использованием сорбента «Parapak».

Результаты и обсуждение

Первые скрещивания с рассечённолисточковым мутантом были направлены на изучение наследования новой формы, её биологических и хозяйственных особенностей и на определение целесообразности и путей использования в селекции. Было установлено, что рассечённолисточковая форма листа определяется комплементарным взаимодействием аллелей безлисточковости – *af* и усиковой акации – *tac^A*. Последний при фенотипической схожести с *uni^{tac}* отличается генетическим эффектом. Предполагается, что тандем аллелей не только формирует архитектуру листа, но и участвует в процессе фотосинтеза. В результате изучения 40 образцов, представляющих различные морфотипы, наиболее высокая интенсивность фотосинтеза в фазу плоского боба отмечена у рассечённолисточковой линии Рас-657/7-16,53 $\mu\text{ml CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, в то время как у высокоурожайного листочкового сорта Орловчанин она составила только 11,56 $\mu\text{ml CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ [6].

В благоприятных погодных и почвенных условиях 2008 г. урожай семян лучших из первых рассечённолисточковых линий Рас-657/7 и Рас-675/7 (обе получены от скрещивания Рас-тип x Батрак), Рас-712/7 (Рас-тип x Опорный 1) и Рас-1006/6 (Рас-тип x Спартак) составил, соответственно, 5,57; 5,75; 5,68 и 5,65 т/га, в то время как стандартный сорт Орловчанин дал 5,37 т/га. При этом и по содержанию сырого протеина в семенах эти линии превосходили стандарт на 2,4-5,3%. Тем самым было показано, что рассечённолисточковый морфотип обладает высоким урожайным потенциалом.

Однако, в худших условиях образцы рассечённолисточкового, как и гетерофильного, морфотипов в большей степени, чем традиционные листочковые и усатые генотипы, снижали семенную продуктивность. Так, в 2014 г. в селекционном севообороте урожайность семян сорта Батрак составила 2,96 т/га, линии Рас-678/7 также 2,96 т/га, Рас-828/9 – 2,63 т/га (-11,2% к Батраку). В более плодородном овощном севообороте наибольшая урожайность – 3,79 т/га (+12,5% к Батраку) отмечена у линии Рас-828/9, линия Рас-678/7 дала 3,68 т/га (+9,2%). А урожай семян Батрака оказался наименьшим – 3,37 т/га.

Следовательно, нижним порогом агроэкологической ниши для двойных листовых мутантов является наличие питательных элементов в почве, обеспечивающим получение не менее 3 т/га семян при относительно благоприятных погодных условиях.

Установлено, что потомства наиболее продуктивных элитных растений, отобранных из гибридных популяций в плохих условиях, в благоприятной среде показывают самую низкую урожайность. В связи с этим, «контрастные условия, пестрота почвенного плодородия и стремление селекционера отбирать лучшие по продуктивности формы на всех этапах селекционного процесса могут привести к весьма быстрой потере генетически ценных форм» [7]. Объясняя трудность селекции бобовых культур на высокую урожайность, S.Ramanujam [8] предположил, что мутантные аллели интенсивного морфотипа могли элиминировать из популяций из-за возделывания многих бобовых в плохих условиях. Селекционеры в своей работе должны всегда иметь в виду эту опасность.

Селекция на повышение биоэнергетического потенциала растения предусматривает полимеризацию на генетическом уровне, т.е. увеличение числа аллелей продукционного процесса, несущих сходные функции, интенсификацию обмена веществ и коренную перестройку регуляторного механизма. Идеальным способом полимеризации могла бы явиться полиплоидия. Однако, экспериментально полученные полиплоиды гороха оказались стерильными или малопродуктивными (П.А. Дьячук, 1975). В связи этим, перестройку генома в биоэнергетическом, в данном случае – ароморфозном направлении селекции

следует осуществлять путём формирования новых полимерных генных комплексов. С учетом этих особенностей должен комплектоваться генбанк (коллекция) рассечённолисточкового морфотипа.

Наряду с отмеченными достоинствами, рассечённолисточковая форма имеет и некоторые недостатки: обусловленная неустойчивым стеблем и короткими усиками полегаемость растений и пониженная аттрагирующая активность плодов, которая выражается в величине уборочного индекса.

В селекции на неполегаемость были использованы генетические источники с укороченным, прямостоящим стеблем и усатыми листьями: сорта Батрак, Софья, Фараон, Опорный 1, Мадонна, Стабил. Однако успеха добиться не удалось. Даже у полуизогенной к Батраку линии Рас-828/9 [(Рас-тип х Батрак) х Батрак] устойчивость растений к полеганию в фазу созревания в среднем за два года (2012, 2013) составила 65% (отношение высоты стеблестоя к длине стебля), в то время как у сорта Батрак – 89%.

Причина неудачи, главным образом, состоит в том, что способность растений сохранять вертикальное положение, как за счёт неполегающего прямостоящего стебля, так и за счёт неустойчивого к полеганию цепляющегося или вьющегося стебля, является выработанным эволюцией сложным, многофакторным, контролируемый генным комплексом, свойством всего целостного организма [9]. В наших скрещиваниях генисточники неполегаемости в геноме рассечённолисточкового морфотипа такие комплексы не сформировали. В то же время в результате гибридизации полегающей гладкозёрной линии морфотипа хамелеон Аз-23 с овощным (морщинистые семена) листочковым, также полегающим образцом San Cipriano (Италия) получен устойчивый к полеганию гладкозёрный гетерофилльный сорт Спартак.

Геном овощных сортов содержит много рецессивных аллелей. Блокирующий биосинтез амилопектина в крахмале семян аллель *r* – только один из них. Вследствие разного географического происхождения компоненты скрещивания имеют также отличающиеся наборы генов адаптивности. Образовавшиеся в данной комбинации «депо» избыточных рецессивов, часть из которых, вероятно, изменила свои функции, позволило сформировать генный комплекс устойчивости стебля к полеганию. Многочисленные исследования с зернобобовыми культурами показали положительное влияние рецессивных аллелей на многие другие гены, контролирующие компоненты формирования урожая и механизмы адаптации растений [10].

Хотя неполегаемость растения определяется всем генотипом, по мнению многих исследователей, определяющими факторами, влияющими на устойчивость стебля, являются элементы его внутренней структуры. Показано, что неполегающий сорт гороха, в частности, должен иметь зигзагообразный стебель с короткими междоузлиями, на поперечном срезе которого должны быть чётко выражены границы тканей, а паренхима занимать большую часть площади среза. Склеренхимные пучки, образуя тяжи механической ткани, располагаются в хлорофиллоносной паренхиме [11].

В наших исследованиях получена линия Рас-665/7 (Рас-тип х Батрак), у которой анатомическая структура стебля примерно соответствует указанным параметрам (рис. 1). В 2015 г. в посевах селекционной линии Рас-1002/13, отобранной из внутриморфной гибридной комбинации Рас-678/7 х Рас-662/7, выявлен спонтанный мутант Рас-1014/15 с зигзагообразным стеблем (рис. 2). Оба образца среди других рассечённолисточковых линий отличаются повышенной устойчивостью к полеганию, хотя и уступают Батраку.

Благодаря изменчивой экспрессивности признака длины усиков, удалось выделить линии с наибольшим его выражением: Рас-322/13 из комбинации Рас-1006/6 х Пап – 986/6, Рас-1330/16, Рас-1348/16, Рас-1360/16 (все три из комбинации Рас-657/7 х Carrera, Франция). Преобладание усиков над листочками отмечено у мутантной линии Рас-812/15 (рис. 3). Таким образом, имеются предпосылки для решения наиболее актуальной проблемы в селекции рассечённолисточкового морфотипа – создание неполегающих сортов.

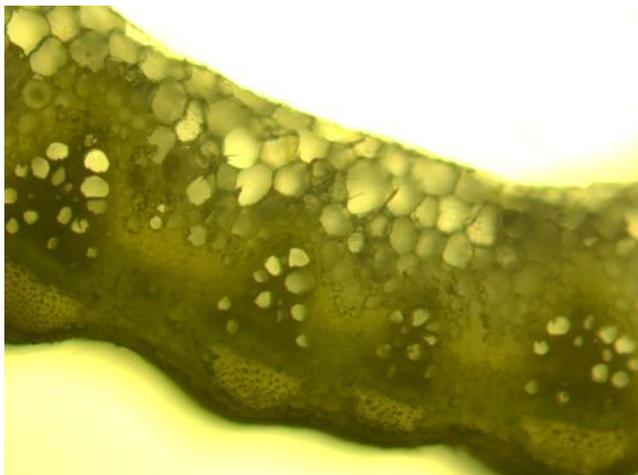


Рис. 1. Анатомическое строение стебля у линии Рас-665/7



Рис. 2. Линия Рас-1014/15 с зигзагообразным стеблем

В целях совершенствования транспортных путей растений и повышения аттрагирующей активности бобов были проведены скрещивания рассечённолисточковых линий с образцами морфотипа люпиноид, у которого хорошо развита сосудистая система стебля [12], а одновременное созревание большого числа бобов способствует формированию высокой аттрагирующей активности. Результаты таких скрещиваний, в целом, оправдали ожидания: были получены высокопродуктивные линии, в том числе с многоплодным плодоносом. Однако совместить в одном генотипе люпиноидное соцветие с гетерофилльным (хамелеон) или рассечённолисточковым типом листа методом гибридизации не удаётся. В расщепляющихся популяциях, как правило, такие рекомбинанты не проявляются, а если в редких случаях и возникают, то в последующих генерациях наблюдается расщепление и активный формообразовательный процесс.

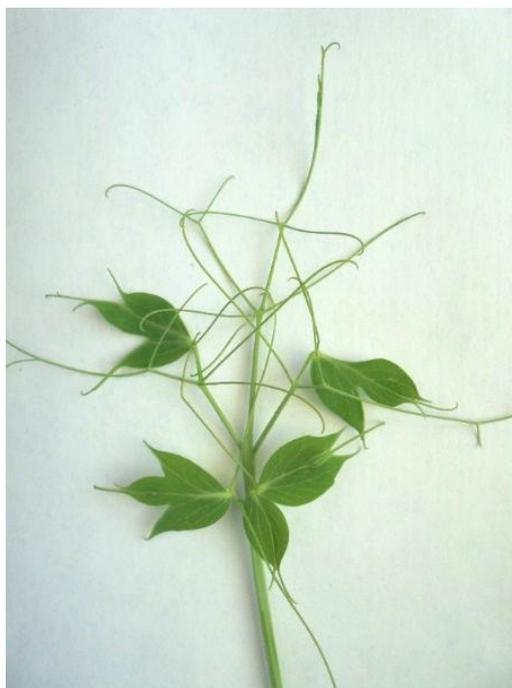


Рис. 3. Преобладание длины усиков у линии – Рас-812/15

За 15 лет работы с рассечённолисточковой формой создана достаточно обширная и разнообразная коллекция генисточников хозяйственно ценных признаков, которая позволяет развернуть полномасштабную селекцию с целью создания сортов нового поколения, отличающихся исключительно высоким потенциалом урожайности, повышенным содержанием белка в семенах и другими качественными показателями, высокими адаптивными возможностями.

Среди образцов, определяющих элементы продуктивности, по числу продуктивных узлов выделились: Рас—1006/6 (Рас-тип × Спартак), Рас-1016/6 (Пап-485/4× Рас-тип), Рас-782/7 (Рас-тип ×Адепт, Чехия), Рас-1070/8 (Рас-тип ×Madonna, Германия), Рас-302/13 (Рас-667/7× Опорный 1), Рас-812/15 (спонтанный мутант из линии Рас-828/9);

– с тремя бобами на плодоносе: Рас-716/7 (Рас-тип × Опорный 1), Рас-810/7 (Рас-тип × Спартак), Рас-370/13 и Рас-402/13 (оба Рас-710/7 × ЛУ-194-04);

– с большим числом семян в бобе (>4, 5): Рас-714/7 (Рас-тип × San Cipriano, Италия), Рас-730/7 (Пап-485/4 × Рас-тип), Рас-218/10 (Рас-710/7 × ЛУ-194-04), Рас-1076/8 (Рас-тип × Madonna), Рас-1098/8 (Рас-тип × Опорный 1), Рас-338/13 (Рас-1006/6 × Мультик);

– с крупными семенами (>240 г): Рас-672/7 и Рас-731/7 (оба – Рас-тип × Батрак), Рас-302/13 (Рас-667/7 × Опорный 1), Рас-5415 (В-агримут ×Изумруд) и Рас-812/15).

Мелкосемянность может быть не менее ценным признаком, чем крупосемянность. Мелкие семена требуют меньше влаги для набухания семян, быстрее прорастают. В бобах мелкосемянных образцов выше завязываемость семян. Мелкосемянные сорта имеют высокий коэффициент размножения, у них низкая весовая норма высева. Все эти достоинства имеют место у сорта Мультик. От скрещивания линии Рас-1006/6 с этим сортом получена мелкосемянная рассечённолисточковая линия Рас-337/13 (МТС<170 г).

Горох относится к высокобелковым культурам. Поэтому важным показателем является содержание сырого протеина в семенах. Исследование большого набора образцов позволило установить, что рассечённолисточковый морфотип в целом характеризуется высокой белковостью семян. Так, по данным за 2008 и 2009 гг. среднее содержание сырого протеина в 19 образцах составило 24,1%, в то время как у стандартного листочкового сорта Орловчанин было 21,2%, у исходного сорта Батрак – 22,4%. Рассечённолисточковый мутант Рас-тип высокой белковостью не отличается – 23,4% [4].

Наиболее высоким (>3%) по отношению к стандартным сортам Орловчанин и Фараон и стабильным содержанием сырого протеина в семенах отличались линии Рас-712/7, Рас-716/7, Рас-1016/6, Рас-1070/8, Рас-1098/8, Рас-282/9 и полученная в результате внутриморфного скрещивания линия Рас-1002/13 (Рас-678 × Рас-662/7).

Накопление белка в семенах находится в прямой зависимости от уровня усвоения растением минерального и симбиотического азота. Многие линии рассечённолисточкового морфотипа обладают отличными показателями симбиотической деятельности. Так, в исследованиях 2009 и 2010 гг. 9 линий из 10 по числу клубеньков на растении превысили сорт Орловчанин [3]. Особенно выделились: рассечённолисточковый мутант Рас-тип (34 кл.), гибриды от скрещивания Рас-тип × Батрак – Рас-658/7 (41 кл.), Рас-660/7 (37 кл.), Рас-660/7 (34 кл.), Рас-661/7 (30 кл.); линия Рас-782/ (32 кл.), которая получена в результате скрещивания Рас-тип × Carraera(Франция). Нитрогеназная активность сорта Орловчанин в этом опыте составила 35 мкг/раст в час, а у линий Рас-661/7 – мкг, Рас-660/7 – 82 мкг, Рас - 658/7 – 80 мкг, Рас-тип – 79 мкг. В опытах 2012-2014 гг. по числу клубеньков на растении лучшие результаты показали селекционные линии Рас665/7 (в среднем 42,2 кл), Рас-1070/8 (39,3 кл) и Рас-828/9 (41,0 кл). У сорта Батрак – только 25,9 клубеньков на растении.

В условиях Орловской области наибольший среди патогенов ущерб растениям гороха наносят фузариозная корневая гниль, аскохитоз и распространившаяся в последние годы ржавчина, из вредителей наиболее вредоносны гороховая тля, гороховая плодоярка и гороховая зерновка. В опытах 2013-2015 гг., при испытании на инвазионном, инфекционном и провокационном фонах, среди рассечённолисточковых линий были выявлены источники комплексной устойчивости к аскохитозу, ржавчине, гороховой тле и гороховой плодоярке: Рас-665/7, Рас-678/7, Рас-828/9 [13]. В 2016 г. у линий Рас-305/13 (Рас-667/7 × Опорный 1), Рас-218/10 и Рас-322/13 (Рас-828/9 × Софья) в фазу бутонизации поражаемость корневыми гнилями была на уровне стандарта устойчивости к этому патогену Dun-Dale но по степени развития инфекции все они уступили стандарту. В период плодообразования фузариозом полностью поразились все образцы, включая стандарт устойчивости, но % развития болезни у рассечённолисточковых линий, кроме Рас-218/10 и Рас-322/3 был ниже стандарта. Линии Рас-447/13 (Рас-710/7×ЛУ-194-04), Рас-1006/6 и Рас-218/10 во время бутонизации оказались невосприимчивыми к ржавчине, но в период плодообразования поразились все без исключения образцы.

В противостоянии как абиотическим, так и биотическим стрессорам первостепенную роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза играет ферментативная система как фактор неспецифической устойчивости растений. В этой системе каталаза и пероксидаза являются компонентами комплексной защиты клетки от агрессивных форм кислорода, в частности, от накопления перекиси водорода, которые в условиях стресса накапливаются в клетках в повышенных концентрациях и оказывают на неё токсическое действие. Линии Рас-828/9 и, особенно, Рас-1098/8 на инфекционном фоне были восприимчивы к патогенам. На естественном же фоне эти линии благодаря высокой активности антиоксидантов выдержали полевой уровень инфекционной нагрузки и были слабо поражаемыми, а линия Рас-1098/8 выделилась среди других рассечённолисточковых линий по урожайности семян [14].

Все вышеупомянутые генисточники созданы в результате парных или сложных скрещиваний первоначально выявленного рассечённолисточкового мутанта (Рас-тип) с донорами хозяйственно полезных признаков других морфотипов. Однако существует и другой путь создания высокоценных рассечённолисточковых линий. Он был успешно опробован при повторном синтезе гетерофильной формы хамелеон. Относительно продуктивную линию усиковой акации *tac-6 (uni^{iac})*, которая была выделена из F₂ гибридной комбинации Спартак × Темп, скрестили с урожайным безлисточковым (*af*) сортом Орлус. Отобранная из этого материала гетерофильная линия X₂-12-90 (*af uni^{iac}*) при урожайности семян 45,7 ц/га на 7,6 ц/га (17,7%) превысила высокоурожайный сорт Фараон [15]. Впервые полученные нами от скрещивания малоурожайного генотипа Индийский мутант (*tendrilled acasia*) с сортом Filbu гетерофильные линии также отличались низкой семенной

продуктивностью. Потребовались долгие поиски, чтобы создать первый высокоурожайный сорт этого морфотипа – Спартак.

Ресинтез целесообразно использовать и для селекции высокоурожайных сортов рассечённолисточкового сортотипа. Для этого следует скрещивать носители аллеля *af* с носителем аллеля *tac^A*. К первым относятся безлисточковые генотипы (*af*), многократно непарноперистые (*af tl*), хамелеон (*af uni^{tac}*), дважды непарноперистые без усиков (*af tl uni^{tac}*), ко вторым – усиковая акация-А (*tac^A*), баттерфляй (*tl tac^A*), дважды непарноперистая с усиками (*af tl tac^A*). Полученные в результате ресинтеза сестринские рассечённолисточковые линии в целях «тонкой наладки» регуляторного механизма (повышения гомеостатичности) целесообразно скрестить между собой.

Таким образом, в результате многолетних комплексных исследований во ВНИИЗБК создана коллекция рассечённолисточковых генотипов, которая позволяет развернуть практическую селекцию высокоурожайных и высококачественных сортов с высоким биоэнергетическим потенциалом.

Литература

1. Амелин А.В. Морфобиологические особенности растений гороха в связи с созданием сортов усатого типа // Селекция и семеноводство. – 1997. – № 2. – С. 9-14.
2. Новикова Н.Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 53-58.
3. Хангильдин В.В. Исследование новых мутантных генов у гороха посевного. Сообщение II. Гены *leaf*, *tl*, *le* и их влияние на конкурентоспособность и семенную продуктивность растений // Генетика. –1984. –Т.XX. –№ 8. – С. 1325-1330.
4. Зеленов А.Н., Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Новикова Н.Е., Щетинин В.Ю., Борзёнок Г.А., Бобков С.В., Зеленов А.А., Азарова Е.Ф., Уварова О.В. Биологический потенциал и перспективы селекции рассечённолисточкового морфотипа гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 4 (8). – С. 3-11.
5. Зеленов А.Н., Зеленов А.А., Новикова Н.Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассечённолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // Зернобобовые и крупяные культуры. –2015. –№ 4 (16). – С. 3-12.
6. Панарина В.И. Энд- и экзогенные факторы регуляции плодо- и семяобразования у современных сортов гороха. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Орёл, 2011. – 24 с.
7. Фомин В.С., Кузьмин Н.А. Влияние метеорологических условий на результативность отбора у самоопылителей // Селекция и семеноводство. –1978. –№ 3. – С. 14-16.
8. Ramanujam S. Genetic diversity, stability and plant type in pulse crop // International Workshop Crain Legumes, 1975. –V.1. – P.167.
9. Кубарев П.И. Различия между полегающими и неполегающими сортами ячменя // Пути повышения урожайности полевых культур. – Минск: «Ураджай», 1985. – Вып. 16.
10. Агаркова С.Н., Новикова Н.Е., Беляева Р.В., Головина Е.В., Беляева Ж.А., Цуканова З.Р., Митькина Н.И. Особенности формирования продуктивности и адаптивных реакций у сортов зернобобовых культур с рецессивными аллелями генов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т. 77. – № 2. – С. 22-39.
11. Котляр И.П., Шмыкова Н.А. Повышение устойчивости гороха овощного к полеганию // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 79-82.
12. Синюшин А.А., Гостимский С.А. Генетический контроль признака фасциации у гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // Генетика. – 2008. –Т. 44. –№ 6. – С. 807-814.
13. Бударина Г.А., Зеленов А.Н., Уваров В.Н., Задорин А.М., Соболева Г.В. Изучение селекционного материала гороха на устойчивость к патогенам и фитофагам и выделение источников устойчивости для практической селекции // Вестник ОрёлГАУ. – 2015. – № 6 (57). – С. 120-127.
14. Зеленов А.А., Бударина Г.А., Новикова Н.Е. Формы гороха с изменённой архитектоникой листа в селекции на устойчивость к фитопатогенам // Биотика.–2015.–№ 4 (5). – С. 7-10.
15. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Генисточники для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними // Земледелие. – 2016. – № 4. – С. 29-33.

CREATION AND USE OF GENETIC DIVERSITY IN BREEDING OF DISSECTED LEAF MORPHOTYPE OF PEA

A.A. Zelenov, A.N. Zelenov, T.S. Naumkina, N.E. Novikova*,

A.M. Zadorin, G.A. Budarina, S.V. Bobkov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

*RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN

Abstract: *Dissected leaf form of pea due to the high physiological indices of the production process and other advantages is of interest for its use in the bioenergetic direction of selection. As a preliminary stage, the task is to create a sufficiently extensive and diverse collection of genetic sources. The article describes selection lines of dissected leaf morphotype, which can be used to create non-spread, high-yield and high-quality varieties resistant to biotic and abiotic stressors. Specific features of the use of these sources in the selection process are indicated.*

Keywords: pea, dissected leaf morphotype, selection, genetic sources.

УДК 635.6

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ОВОЩНЫХ И ЗЕРНОВЫХ ФОРМ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ

Д.Р. ШАФИГУЛЛИН^{1,2}, аспирант

М.С. ГИНС^{1,2}, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН

Е.В. РОМАНОВА¹, Е.П. ПРОНИНА², кандидаты сельскохозяйственных наук

¹ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДРУЖБЫ НАРОДОВ (РУДН)»

E-mails: evroma2008@yandex.ru, shafigullin89@yandex.ru

²ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА
ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР»

E-mails: anirr@bk.ru, epronina14@yandex.ru

В селекционной работе по сое важную роль играет изучение изменчивости количественных признаков. Размах варибельности связан с влиянием внешней среды и наследственными особенностями сортов или линий.

Вариационные характеристики элементов структуры урожая изучались на сортообразцах, представляющих собой овощные и зерновые формы сои российской и иностранной селекции очень ранней и ранней групп спелости в условиях Центрального Нечерноземья (55° с.ш.) в течение 2015-2016 гг.

Введён в исследование коэффициент осцилляции (V_r) для определения крайних значений признаков у популяций исходного материала – важный признак в селекционной оценке наилучших и наихудших образцов. Описана степень изменчивости следующих количественных показателей: высота растения, высота прикрепления нижнего боба, число ветвей на 1 растении, число бобов на 1 растении, число продуктивных узлов, среднее число бобов на узле, число семян с 1 растения, среднее число семян в бобе, масса семян с растения, масса 1000 семян. Выявлена различная интенсивность их вариаций, особенности по годам.

Отмечена низкая варибельность некоторых элементов структуры урожая у зерновых и овощных форм сои: среднее число бобов на 1 продуктивном узле, среднее число семян в одном бобе, а также важный для овощной сои признак – масса 1000 семян. Также между сортообразцами зернового и овощного направлений были установлены существенные различия по средней длине растений, индексам продуктивности сои: числу бобов, семян с растения, среднему числу семян в бобе, массе 1000 семян, массе семян с растения, что важно учитывать при создании новых селекционных овощных линий.

Ключевые слова: соя, изменчивость, коэффициент вариации, коэффициент осцилляции, количественный признак, масса семян с растения, масса 1000 семян.

Соя (*Glycine max* L.) относится к однолетним травянистым растениям семейства Бобовые (*Fabaceae*). Продукты из сои были известны еще в третьем тысячелетии до н.э. благодаря своим полезным свойствам. Так, соевые продукты помогают в лечении сердечно – сосудистых заболеваний, в укреплении костей, содержат высокий процент полноценного