

DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11199

УДК 635.656:631.671.3

ОЦЕНКА ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ГОРОХА ПО ОСМОУСТОЙЧИВОСТИ И СОЗДАНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ЛИНИЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ В СЕЛЕКЦИИ НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Г.В. СОБОЛЕВА, А.А. ЗЕЛЕНОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук
А.Н. СОБОЛЕВ*, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
*ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.С.ТУРГЕНЕВА»
E-mail: alniksobolev@rambler.ru

В статье представлены результаты оценки относительной засухоустойчивости гибридных популяций гороха поколения F₄ селекции ФНЦ ЗБК. Оценку устойчивости проводили на растворах с высоким осмотическим потенциалом (сахароза 16 атм.). Наибольшую относительную засухоустойчивость продемонстрировали гибридные популяции Софья x Темп и Софья x Родник. В полевом опыте проанализированы 23 линии гороха, полученные отбором проросших семян в условиях осмотического стресса. Выявлены значительные колебания морфологических признаков и элементов продуктивности. В результате комплексной оценки по урожайности семян и признакам продуктивности выделены перспективные для селекции линии, сочетающие высокую урожайность семян и комплекс хозяйственно ценных признаков. Большинство селекционных линий листочкового морфотипа, выделенные из гибридной популяции Софья x Темп по комплексу изученных признаков и урожайности семян превосходили стандарт и селекционные линии усатого морфотипа, полученные из гибридной популяции Софья x Родник.

Ключевые слова: горох, осмоустойчивость, засухоустойчивость, гибридные популяции, селекционные линии, продуктивность.

EVALUATION OF HYBRID PEA POPULATIONS FOR OSMOTOLERANCE AND CREATION OF PROMISING LINES FOR BREEDING FOR DROUGHT TOLERANCE BASED ON THEM

G.V. Soboleva, A.A. Zelenov, A.N. Sobolev*
FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GOAT CROPS»
FSBEI HE «I.S. TURGENEV STATE UNIVERSITY, OREL»
E-mail: alniksobolev@rambler.ru

Abstract: *The article presents results of assessing the relative drought tolerance of hybrid pea populations of F₄ generation of selection FSC LGC. The assessment of stability was carried out on solutions with a high osmotic potential (sucrose 16 atm.). The highest relative drought tolerance was demonstrated by hybrid populations Sof'ya x Temp and Sof'ya x Rodnik. In a field experiment, 23 pea lines obtained by selecting germinated seeds under conditions of osmotic stress were analyzed. Significant fluctuations in morphological traits and elements of productivity were revealed. As a result of a comprehensive assessment of seed yield and productivity traits, promising lines for breeding were identified, combining high seed yield and a complex of economically valuable traits. Most breeding lines of leafy morphotype isolated from the hybrid population Sof'ya x Temp by the complex of studied traits and seed yield exceeded the standard and selection lines of leafless morphotype, developed from hybrid population Sof'ya x Rodnik.*

Keywords: peas, osmotolerance, drought tolerance, hybrid populations, breeding lines, productivity.

Зерновые бобовые занимают особое место среди сельскохозяйственных культур как основные источники высококачественного растительного белка. Горох занимает лидирующее положение в структуре зернобобовых культур и широко возделывается в различных регионах Российской Федерации. Традиционный селекционный процесс, основанный на применении половой гибридизации, как средство передачи генетической информации, позволил достичь значительных успехов в повышении урожайности и качества зерна гороха [1]. Тем не менее, современные реалии сельскохозяйственного производства ставят перед селекционерами сложные задачи по созданию сортов нового поколения, отличающихся не только высокой урожайностью, но и устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам. В последние десятилетия основным абиотическим стрессором, влияющим на реализацию потенциальной продуктивности сорта, является засуха. Ожидается, что в связи с глобальным потеплением климата периодичность и область распространения засух будет только увеличиваться, охватывая все новые зернопроизводящие регионы России, в том числе и Орловскую область [2].

Устойчивость к засухе – сложный комплекс физиолого-биохимических процессов, протекающих в растениях, характеризуется полигенным наследованием, что существенно ограничивает возможности селекции в этом направлении. Сдерживающим фактором также служит то, что высокая продуктивность и стрессовая устойчивость практически не поддаются сочетанию в одном генотипе, так как базируются на различной интенсивности синтетических процессов. При этом отмечена отрицательная корреляция между продуктивностью и устойчивостью сорта [3, 4].

Для успешной селекционной работы на засухоустойчивость необходимо, прежде всего, глубоко и всесторонне изучать селекционный материал, особенно его поведение в стрессовых условиях. Для выявления ценных генотипов важна диагностика устойчивости на ранних этапах селекционной проработки материала [5].

В настоящее время существует достаточно большое многообразие методов диагностики устойчивости, основанных на анализе отдельных физиологических параметров, характеризующих засухоустойчивость. Наиболее простой и часто используемый лабораторный метод косвенной оценки относительной засухоустойчивости основан на способности семян прорасти в растворах осмотиков (сахароза, маннит, полиэтиленгликоль) разной концентрации, имитирующих водный дефицит. Высокий процент проросших семян в данном случае отражает способность генотипа на начальных этапах развития использовать влагу в условиях ее недостатка и повышенной концентрации почвенного раствора, что имеет решающее значение для всей дальнейшей жизнедеятельности растений.

Цель исследований – охарактеризовать перспективные гибридные популяции гороха по относительной засухоустойчивости и создать на их основе ценные для селекции линии гороха.

Материал и методы исследований

Материалом для изучения служили четыре перспективных гибридных номера гороха поколения F₄ селекции ФНИЦ ЗБК: № 222 (Софья х Темп), № 224 (Софья х Родник), № 225 (Стабил х Л-115-09), № 237 (Л-266-04 х Л-102-07), полученных от ведущего научного сотрудника лаборатории селекции зернобобовых культур Уварова В.Н. Контроль – сорт Фараон. Оценка устойчивости к водному дефициту осуществляли на растворах сахарозы с осмотическим давлением 16 атм. [6]. Контроль – вода. Показателями, отражающими степень относительной засухоустойчивости, являлись: уровень относительной устойчивости (всхожесть семян в растворе сахарозы в % к контролю); относительный рост зародышевого корешка (длина зародышевого корешка в растворе сахарозы в % к контролю). Подсчет проросших семян и длину корешка определяли на 7 сутки. Проросшие в условиях осмотического стресса семена высевали в сосуды с почвой. Полученное семенное потомство в дальнейшем в течение ряда лет изучали в различных селекционных питомниках в полевом севообороте лаборатории генетики и биотехнологии. В результате отбора было выделено 17

селекционных линий из гибридной популяции Софья х Темп и 6 линий из гибридной популяции Софья х Родник, которые в 2018-2020 годах изучались на делянках площадью 4,5 м² в четырехкратной повторности. Стандарты – сорт Фараон (усатый морфотип) и Темп (листочковый морфотип). Полевые опыты закладывали согласно методике полевого опыта [7]. Посев проводили в последнюю декаду апреля в соответствии с погодными условиями. Селекционные линии высевали сеялкой СКС-6-10. Норма высева семян 120 шт. на 1 м². В процессе роста и развития растений проводили фенологические наблюдения. При уборке анализировали структуру и урожайность семян селекционных линий. Структурный анализ растений селекционных линий по морфологическим признакам и элементам продуктивности проводили по методике ВИР [8]. Основные количественные показатели подвергали вариационно-статистической обработке [7].

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что все гибридные популяции способны прорасти в условиях моделируемого водного дефицита, что свидетельствует о достаточно высокой сосущей силе семян, способной обеспечить необходимое количество воды для развития растения (табл. 1).

В результате уровень относительной засухоустойчивости гибридных популяций варьировал от 70 до 90%. Наибольшую относительную устойчивость продемонстрировали гибридные популяции Софья х Темп и Стабил х Л-115-09, превысившие на 5% по данному показателю стандарт (85%).

Таблица 1

Уровень осмоустойчивости и показатели начального роста корня у 7-ми суточных проростков гибридных популяций гороха в условиях осмотического стресса

№ п/п	Гибридная популяция	Уровень устойчивости, %	Длина корней, см		Относи-тельный рост корня, %
			Вода (контроль)	Сахароза, 16 атм.	
1	Софья х Темп	90	2,95	0,98	33,22
2	Софья х Родник	85	2,63	0,75	28,52
3	Стабил х Л-115-09	90	3,85	0,81	21,04
4	Л-266-04 х Л-102-07	70	2,52	0,46	18,25
5	Фараон -St	85	3,30	0,73	22,12

Использование для оценки уровня устойчивости к стрессору только одного показателя не всегда отражает общую реакцию растений. Особенностью гороха является то, что в условиях засухи он формирует корневую систему способную проникать в глубокие слои почвы. Поэтому, нами был проанализирован такой признак, как относительный рост зародышевого корешка. У сорта Фараон этот показатель составил 22,12%. Лучшее развитие зародышевого корешка наблюдалось в популяциях Софья х Темп и Софья х Родник, относительный рост которых составил 33,22% и 28,52% соответственно. Анализ полученных результатов позволил выделить гибридные популяции Софья х Темп и Софья х Родник, которые по изученным параметрам превысили как гибридные популяции, так и стандарт, что свидетельствует об их высокой относительной засухоустойчивости. Проросшие в условиях осмотического стресса семена высевали в сосуды с почвой. Полученное семенное потомство в дальнейшем в течение ряда лет изучали в различных селекционных питомниках. В результате селекционной проработки было выделено 17 селекционных линий листочкового морфотипа из гибридной популяции Софья х Темп и 6 линий усатого морфотипа из гибридной популяции Софья х Родник. Характеристика селекционных линий приведена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика селекционных линий гороха, полученных в результате отбора на устойчивость к осмотическому стрессу по показателям продуктивности (среднее за 2018-2020 гг.)

Линия	Длина стебля, см	Число на растение		Масса		Урожайность, т/га
		бобов	семян	семян, г/раст.	1000 семян, г	
Листочковый морфотип (Софья х Темп)						
1	62,5±0,8	5,5±0,3	24,7±1,2	5,7±0,3	231,3±3,8	3,03
2	57,6±0,6	5,1±0,2	22,0±0,7	5,4±0,2	248,6±3,4	2,99
3	60,0±0,7	5,1±0,2	22,1±0,8	5,5±0,2	252,2±4,3	2,78
4	62,2±0,8	4,9±0,2	19,8±0,9	5,2±0,2	263,7±4,1	3,14
5	63,5±0,8	4,5±0,2	19,1±0,8	5,3±0,2	280,0±4,4	3,21
6	58,2±0,7	4,8±0,2	20,2±0,6	4,8±0,1	242,2±4,1	3,23
7	62,2±0,7	5,3±0,2	23,7±1,0	5,5±0,2	236,0±2,9	3,27
8	57,4±0,7	4,1±0,1	17,3±0,7	4,9±0,2	284,4±4,1	2,90
9	64,1±0,8	5,3±0,2	23,7±1,1	5,5±0,3	231,4±3,3	3,37
10	59,1±0,8	4,9±0,2	21,2±1,0	5,8±0,3	277,7±4,6	3,41
11	55,8±0,5	4,1±0,2	17,6±0,9	5,1±0,3	292,9±4,1	3,14
13	58,1±0,5	4,9±0,2	21,8±0,7	5,5±0,2	254,3±3,2	3,31
14	57,4±0,6	4,9±0,2	21,6±0,8	5,4±0,2	254,3±3,9	3,30
18	57,7±0,6	4,9±0,2	21,0±0,7	4,9±0,2	235,9±3,0	3,21
19	55,1±0,6	4,9±0,2	20,4±0,7	4,8±0,2	235,0±3,5	3,19
20	56,2±0,5	4,8±0,2	20,5±0,9	4,8±0,3	231,3±3,5	3,09
21	64,0±0,9	5,6±0,2	22,1±0,9	5,9±0,3	265,0±4,6	3,53
Темп-St	59,7±0,9	5,4±0,2	21,0±1,1	5,0±0,3	239,8±5,2	2,99
Усатый морфотип (Софья х Родник)						
23	55,3±0,5	4,2±0,2	19,8±0,8	4,0±0,2	204,8±4,3	2,32
24	56,8±0,6	4,3±0,1	19,0±0,6	4,7±0,2	251,8±4,0	3,01
26	62,5±0,8	4,1±0,1	20,1±0,6	4,4±0,2	217,2±3,4	2,63
27	63,7±0,6	4,1±0,1	20,2±0,7	4,4±0,2	217,9±3,2	2,74
28	62,4±0,7	4,0±0,1	19,8±0,7	4,5±0,2	226,7±3,4	2,64
29	63,9±0,9	4,1±0,2	20,7±0,8	4,6±0,2	222,2±4,0	2,66
Фараон-St	66,0±0,7	4,9±0,2	17,8±0,8	4,0±0,2	227,4±3,5	2,78

Результаты трехлетних исследований в полевом опыте выявили значительные различия морфологических признаков и элементов продуктивности у изученных селекционных линий. В наибольшей степени эти различия проявились по таким признакам, как число семян с растения, масса семян с растения и масса 1000 семян. Анализ морфологических признаков показал, что длина стебля растений сорта гороха Фараон составила 66,0 см, сорта Темп – 59,7 см. У селекционных линий значение признака находилось в пределах от 55,1 см (линия 19) до 64,1 см (линия 9).

Анализ основных элементов продуктивности продемонстрировал, что у селекционных линий, выделенных из гибридной популяции Софья х Темп число бобов на растение колебалось от 4,1 (линии 8,11) до 5,6 (линия 21). У селекционных линий гибридной популяции Софья х Родник значение этого показателя было ниже и варьировало незначительно от 4,0 (линия 28) до 4,3 (линия 24). Число семян на растение изменялось в достаточно широком диапазоне от 17,3 (линия 8) до 24,7 (линия 1). Показатель массы 1000 семян (крупность семян) является с одной стороны важным компонентом продуктивности, с другой – одним из показателей посевных качеств семян. По крупности семян все селекционные линии относились к средне- и крупносемянным. У сортов стандартов значение показателя составило

239,8 г (Темп) и 227,4 г (Фараон). Минимальная масса 1000 семян выявлена у селекционной линии 23 (204,8 г), максимальная – у линии 11 (292,9 г).

Масса семян с растения (продуктивность 1 растения) является одной из ведущих результирующих величин, определяющих урожайность сорта. Результаты эксперимента показали, что у сорта Фараон масса семян с растения составила 4,0 г, у сорта Темп – 5,0 г. У селекционных линий данный показатель находился в диапазоне от 4,0 г (линия 23) до 5,9 г (линия 21).

Наиболее важным показателем, свидетельствующим о селекционной ценности линии, является урожайность семян. В результате трехлетних исследований почти половина селекционных линий листочкового морфотипа, полученных из гибридной популяции Софья x Темп превзошли по урожайности стандартные сорта Темп (2,99 т/га) и Фараон (2,78 т/га). Урожайность семян линий листочкового морфотипа изменялась от 2,78 т/га (линия 3) до 3,53 т/га (линия 21). Урожайность семян линий усатого морфотипа была несколько ниже и находилась в пределах 2,32 т/га (линия 23) – 3,01 т/га (линия 24). Из линий усатого морфотипа, полученных из гибридной популяции Софья x Родник, только линия 24 превысила по этому показателю стандартный сорт Фараон.

В результате комплексной оценки по урожайности семян и признакам продуктивности выделились перспективные для селекции линии: 21, 10, 9, 13 и 14, полученные путем отбора на осмоустойчивость. Линия 21 превысила стандартный сорт Темп по урожайности семян, длине стебля, массе семян с растения и массе 1000 семян. Линии 10 и 13 превысили стандарт по урожайности семян, массе семян с растения и массе 1000 семян. Линия 9 превысила стандарт по урожайности семян, длине стебля и числу семян с растения. Линия 14 превзошла стандарт по урожайности семян и массе 1000 семян.

Заключение

Установлено, что по уровню относительной устойчивости (всхожесть семян в условиях осмотического стресса в % к контролю) и относительной длине зародышевого корешка наибольшую устойчивость к водному дефициту продемонстрировали гибридные популяции Софья x Темп и Софья x Родник. В результате комплексной оценки по урожайности семян и признакам продуктивности выделились перспективные для селекции линии 21, 10, 9, 13 и 14, полученные путем отбора на осмоустойчивость из гибридной популяции Софья x Темп.

Большинство селекционных линий листочкового морфотипа, выделенные из гибридной популяции Софья x Темп по комплексу изученных признаков и урожайности семян превзошли стандарт и селекционные линии усатого морфотипа, полученные из гибридной популяции Софья x Родник.

Литература

1. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2020. - №3 (35). – С. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179.
2. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве. Под ред. Иванова А.Л., Кирюшина В.И. –М.: Россельхозакадемия. – 2009. – 518 с.
3. Кумаков В.А. Физиологические подходы к селекции растений на продуктивность и засухоустойчивость // Сельскохозяйственная биология. - 1986. – №6. – С.27-34.
4. Новикова Н.Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №1. – С. 53-58.
5. Соболева Г.В., Уваров В.Н. Использование физиологических методов в селекции гороха на засухоустойчивость // Земледелие. - 2015. - №4. – С.37-39.
6. Долгополова Л.Н., Лаханов А.П. Методика комплексной оценки засухоустойчивости гороха и вики. Орел, - 1977. – 24 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
8. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания // Вишнякова М.А., Буравцев Т.В., Булынец С.В. и др. – СПб.: ООП «Копи-Р. Групп». - 2010. – 141 с.

References

1. Zotikov V.I. Otechestvennaya selektsiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Domestic breeding of legumes and groat crops]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.3 (35), pp. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348KH-2020-11179. (in Russian)
2. Ivanov A.L., Kiryushin V.I., eds. Global'nye izmeneniya klimata i prognoz riskov v sel'skom khozyaistve [Global Climate Change and Risk Forecast in Agriculture]. Moscow, Rossel'khozakademiya, 2009, 518 p. (in Russian)
3. Kumakov V.A. Fiziologicheskie podkhody k selektsii rastenii na produktivnost' i zasukhoustoichivost' [Physiological approaches to plant breeding for productivity and drought resistance]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 1986, no.6, pp.27-34. (in Russian)
4. Novikova N.E. Problemy zasukhoustoichivosti rastenii v aspekte selektsii gorokha [Problems of plant drought resistance in the aspect of pea breeding]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no.1, pp. 53-58. (in Russian)
5. Soboleva G.V., Uvarov V.N. Ispol'zovanie fiziologicheskikh metodov v selektsii gorokha na zasukhoustoichivost' [The use of physiological methods in the selection of peas for drought tolerance]. *Zemledelie*, 2015, no.4, pp. 37-39. (in Russian)
6. Dolgopolova L.N., Lakhanov A.P. Metodika kompleksnoi otsenki zasukhoustoichivosti gorokha i viki [Methodology for an integrated assessment of drought resistance of peas and vetch]. Orel, 1977, 24 p. (in Russian)
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experience]. Moscow. *Kolos Publ.*, 1985, 351p. (in Russian)
8. Vishnyakova M.A., Buravtsev T.V., Bulyntsev S.V. et al. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya [Collection of the world genetic resources of cereal legumes VIR: replenishment, conservation and study: guidelines]. St. Petersburg, *OOP «Kopi-R. Grupp»*, 2010. 141 p. (in Russian)