

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГИБРИДИЗАЦИИ И ФИЗИЧЕСКОГО МУТАГЕНЕЗА

Ф.А. Давлетов¹, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства зернобобовых культур, davletovfa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;

К.П. Гайнуллина^{1,2}, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, старший научный сотрудник лаборатории геномики растений, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;

И.К. Каримов¹, руководитель ЧИШМИНСКОГО селекционного центра по растениеводству, k.ireck2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7105-4300

¹Башкирский НИИСХ – обособленное структурное подразделение ФГБНУ УФИЦ РАН, 450059, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19;

²Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение ФГБНУ УФИЦ РАН, 450054, г. Уфа, проспект Октября, д. 71, лит. 1Е

Селекция новых высокопродуктивных, адаптивных, технологичных сортов гороха играет важную роль в увеличении фонда продовольственного белка. При этом ключевая роль принадлежит исходному материалу. Для создания исходного материала широко применяются методы гибридизации и мутагенеза. Межсортовая гибридизация позволяет получить гибридное потомство с сочетанием ценных признаков родительских форм. Однако основной проблемой современной селекции стало снижение генетического разнообразия культурных растений, в том числе гороха. Один из способов повышения генетического полиморфизма – применение индуцированного мутагенеза. Рентгеновское излучение является высокоэффективным физическим мутагеном, который с успехом применяется в мутационной селекции для повышения продуктивности культурных растений и приобретения ими новых признаков. В связи с этим целью нашей работы стало получение нового селекционного материала гороха с применением метода гибридизации и посредством воздействия ионизирующего излучения. Опыты проводились в 2011–2020 гг. в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур БНИИСХ УФИЦ РАН. В качестве материала исследования были отобраны сорта и линии гороха местной селекции, а также сортообразцы из коллекции ВИР. Гибридизация проводилась на основе принципа генетической отдаленности родительских форм. Для индуцированного мутагенеза семена сортов Памяти Хангильдина и Аксайский усатый 55 подвергали воздействию различных доз рентгеновского излучения. В результате гибридизации был создан перспективный селекционный материал, характеризующийся высокой семенной продуктивностью, сокращенным вегетационным периодом, технологичностью. Гибридная линия Л-31315/14 передана на государственное сортоиспытание в 2019 г. как сорт Памяти Попова. Мутантные линии гороха Л-18 и Л-65, полученные из сорта Памяти Хангильдина, превысили по урожайности исходный сорт на 0,16 и 0,11 т/га, по содержанию белка – на 1,8 и 1,5% соответственно.

Ключевые слова: горох, исходный материал, гибридизация, мутагенез, рентгеновское излучение, урожайность.

Для цитирования: Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Каримов И.К. Создание исходного материала для селекции гороха с использованием методов гибридизации и физического мутагенеза // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. № 2. С. 29–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-29-35.



DEVELOPMENT OF INITIAL MATERIAL FOR PEA BREEDING USING THE METHODS OF HYBRIDIZATION AND PHYSICAL MUTAGENESIS

F.A. Davletov¹, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory for breeding and seed production of leguminous crops, davletovfa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;

K.P. Gainullina^{1,2}, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production of leguminous crops, senior researcher of the laboratory for plant genomics, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;

I.K. Karimov¹, head of the Chishminsky Horticultural Selection Centre, k.ireck2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7105-4300

¹Bashkiria RIA of the FSBSI Ufa Federal Research Center RAS, 450059, Ufa, Rikhard Zorge Str., 19;

²Institute of Biochemistry and Genetics, a separate structural subdivision of the FSBSI of the Ural Federal Research Center of the RAS, 450054, Ufa, Oktyabrya Avenue, 71, lit. 1E

Breeding of new highly productive, adaptive, technologically advanced pea varieties plays an important role in increasing the fund of food protein. In this case, the key role belongs to the initial material. Hybridization and mutagenesis methods are widely used to develop initial material. Intervarietal hybridization allows developing hybrid progeny with a combination of valuable traits of parental forms. However, the main problem of current breeding has become a decrease in the genetic diversity of cultivated plants, including peas. One of the ways to improve genetic polymorphism

is the use of induced mutagenesis. X-ray radiation is a highly effective physical mutagen, which is successfully used in mutation breeding to improve productivity of cultivated plants and obtain new traits. In this regard, the purpose of the current work was to identify a new pea breeding material using the hybridization method and ionizing radiation. The trials were carried out in 2011–2020 in the laboratory for breeding and seed production of leguminous crops of the BRIA of the FSBSI UFRS RAS. There were selected the varieties and lines of local peas, as well as the VIR collection variety samples as the material for the study. Hybridization was carried out according to the principle of genetic remoteness of parental forms. For induced mutagenesis, the seeds of the varieties 'Pamyati Khangildina' and 'Aksaisky Usaty 55' were subjected to various doses of X-ray radiation. As a result of hybridization, there has been developed a promising breeding material characterized by large seed productivity, a shortened growing season, and manufacturability. The hybrid line 'L-31315/14' was sent to the State Variety Testing in 2019 as a variety 'Pamyati Popova'. The mutant pea lines 'L-18' and 'L-65', developed from the variety 'Pamyati Khangildina', exceeded the initial variety on 0.16 and 0.11 t/ha in productivity, and on 1.8 and 1.5%, respectively, in protein.

Keywords: peas, initial material, hybridization, mutagenesis, X-ray radiation, productivity.

Введение. Сорты гороха, возделываемые в условиях Республики Башкортостан, недостаточно устойчивы к засухе, переувлажнению и чувствительны к болезням и вредителям, что обуславливает нестабильность урожайности зерна по годам. В Башкирском НИИ сельского хозяйства УФИЦ РАН селекционную работу с горохом проводят в направлении создания скороспелых, высокоурожайных, технологичных, адаптивных к местным условиям сортов. Общим требованием к новым сортам является высокое качество продукции, устойчивость к полеганию и осыпанию семян. Для создания исходного материала в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур института используются межсортная гибридизация и индуцированный мутагенез.

Межсортная гибридизация позволяет повысить генотипическую изменчивость за счет получения новых комбинаций аллелей. Таким образом, гибридные растения совмещают в себе как признаки родительских форм, так и новые свойства (Цыганок, 2014; Бобков и Селихова, 2015; Davletov et al., 2020). С применением метода межсортной гибридизации получено большинство возделываемых в производстве сортов. В селекционной работе с горохом в Башкирском НИИСХ подбор родительских форм для скрещиваний производится из различных эколого-географических групп, что дает возможность совместить в гибридах широкий спектр ценных хозяйственно-биологических свойств (Давлетов и др., 2020).

В последние годы с развитием атомной промышленности, открытием новых химически активных веществ, вызывающих изменения в генетическом материале, во многих зарубежных странах все шире стали применяться методы индуцированного мутагенеза с целью получения новых наследственных форм, имеющих селекционное значение (Bahadur et al., 2015; Spencer-Lopes et al., 2018). Как показывают многочисленные исследования, экспериментальный мутагенез может применяться для создания ценного для селекции исходного материала (Rahman et al., 2014; Arvind et al., 2017; Li et al., 2018). С 2012 г. в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН изучается селекционный материал, полученный в результате воздействия различных мутагенных факторов.

Цель работы – создать исходный материал для селекции высокоурожайных, технологичных и адаптивных к местным природно-климатическим условиям сортов гороха с применением гибридизации и ионизирующего излучения.

Задачи:

- оценка хозяйственно-биологических признаков сортообразцов гороха, отбор лучших из них для использования в гибридизации;
- селекционная проработка гибридов, выделение перспективных форм, их оценка;
- изучение лучших номеров в конкурсном сортоиспытании;
- создание нового селекционного материала под воздействием рентгеновского излучения;
- выделение перспективного материала гороха, отвечающего требованиям селекции, его испытание и оценка.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в 2011–2020 годах. Селекционные питомники были заложены на опытных полях БНИИСХ УФИЦ РАН в Чишминском районе Республики Башкортостан, где преобладают карбонатные черноземы с содержанием в верхнем слое почвы 8,2% гумуса, 42 мг обменного и водорастворимого калия и 23 мг окиси фосфора на 100 г почвы.

Погодные условия в 2011–2020 гг. были контрастными: по уровню влагообеспеченности острозасушливыми были 2013 (ГТК = 0,38) и 2018 (ГТК = 0,52) гг., засушливыми – 2011 (ГТК = 0,81), 2012 (ГТК = 0,81), 2014 (ГТК = 0,73), 2015 (ГТК = 0,65), 2016 (ГТК = 0,75), 2017 (ГТК = 0,85) и 2019 (ГТК = 0,67) гг., влажным – 2020 (ГТК = 1,30) год.

Материалом для исследования послужили сорта и линии гороха местной селекции, и сортообразцы, полученные из генофонда ВИР.

При гибридизации проводили скрещивания в полевых условиях в начале фазы бутонизации. В качестве доноров пыльцы использовали раскрывшиеся цветки. Опыленные цветки отмечали красными сигнальными лентами. Селекционный материал изучали в полевых условиях в питомниках различного уровня. Площадь делянки коллекционного питомника – 1,0–2,0 м², гибридного и селекционного питомника первого года – 0,3–1,0 м², селекционного питомника второго года – 2,0–3,0 м², контрольного питомника – 5,0 м², предварительного

и конкурсного сортоиспытания – 12,5 и 25,0 м² соответственно. В период вегетации за растениями гороха проводились фенологические наблюдения, после уборки – морфоструктурный анализ, для которого отбирали по 25 растений с каждой опытной делянки.

Для индуцированного мутагенеза воздушнo-сухие семена сортов Памяти Хангильдина, Аксайский усатый 55 по 1000 шт. подвергали воздействию рентгеновских лучей с использованием рентгеновского аппарата КРДЦ-Т20/Т2000 «Ренекс» в следующих дозах: минимальная – 105 рад, средняя – 107 рад, максимальная – 1010 рад (Bahadur et al., 2015). На второй день после облучения семена высевались в поле. Норма высева – 20 семян на 1 погонный метр. В период вегетации растений М1 и последующих поколений мутантов проводили фенологические наблюдения. Этикетками отмечали растения, отклоняющиеся по морфологиче-

ским и селекционно-важным признакам от исходного сорта. Количество мутантов подсчитывали как отношение количества мутантных семей в М3 к общему числу анализируемых растений в М2 (в %).

Фенологические наблюдения и оценки были проведены по методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985), статистический анализ полученных данных – по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты и их обсуждение. В 2011–2020 гг. для гибридизации использовали сортообразцы с контрастным проявлением признаков, определяющих их продуктивность и хозяйственно-биологическую ценность, что значительно увеличивает вероятность получения высокопродуктивных, технологичных форм. Данные об объемах гибридизации приведены в таблице 1.

Таблица 1. Объемы гибридизации гороха в 2011–2020 гг.
Table 1. Pea hybridization volumes in 2011–2020

Год	Количество сортообразцов, шт.				Количество полученных гибридных комбинаций, шт.	Завязываемость бобов, %	Количество полученных гибридных семян, шт.
	местной селекции	инорайонной (отечественной) селекции	зарубежной селекции	всего			
2011	82	42	40	164	163	47,7	7127
2012	52	28	11	91	113	24,9	2137
2013	42	49	50	141	128	28,6	2820
2014	55	30	14	99	110	40,5	3615
2015	60	42	36	138	135	43,7	4244
2016	45	42	41	128	107	46,2	3865
2017	43	50	50	143	132	33,1	3332
2018	28	18	22	68	65	30,5	906
2019	52	32	12	96	113	34,2	2832
2020	31	27	24	82	94	31,4	2332
Всего	490	360	300	1150	1160	–	33210
В среднем	49,0	36,0	30,0	115,0	116,0	–	3321,0
в %	42,6	31,3	26,1	100,0	–	–	–

Как видно из таблицы, в среднем за 2011–2020 гг. в гибридизацию было вовлечено 115 сортообразцов, в том числе 49 (42,6%) местной селекции, и получено 116 новых гибридных комбинаций. Завязываемость бобов по годам варьировала от 24,9 до 46,2%. В среднем в год получали 3321 шт. гибридных семян.

В результате скрещивания сортов местной селекции с сортами инорайонной (отечественной селекции) было создано большое количество скороспелых высокопродуктивных линий. Так, при скрещивании раннеспелого сорта Чишминский 95 со среднеспелым сортом Усач был получен гибрид с сокращенной продолжительностью вегетационного периода, из которого в дальнейшем был выведен скороспелый сорт Памяти Хангильдина.

Среди гибридов, полученных в результате скрещиваний в 2011–2020 гг., методом многократного индивидуального отбора была выделена группа скороспелых, высокопродуктивных, технологичных сортов и линий го-

роха зернового направления использования: Памяти Хангильдина, Памяти Попова, Л-30680, Л-30678, Л-31628, Л-31118, Л-31045, Л-31806, Л-31809, Л-30, Л-31980 и др. Оценка новых сортов и линий, полученных в результате селекции на скороспелость и высокую продуктивность на основе скрещивания генетически отдаленных форм, показала их превосходство над возделываемыми сортами по ряду селекционно-важных признаков (табл. 2).

Важнейшим биологическим свойством растений является длина вегетационного периода. Наибольшие сортовые различия по продолжительности периода вегетации были отмечены нами в 2018 г., который характеризовался острым дефицитом осадков, что привело к сокращению данного периода у исследуемых сортообразцов на 5–6 суток. В среднем за 2018–2020 гг. наименьшая продолжительность вегетационного периода была отмечена у линий Л-31806, Л-30 (60 суток), наибольшая – у линий Л-31628, Л-31980 (68 суток).

Таблица 2. Показатели селекционно-важных признаков сортов и перспективных линий гороха (КСИ, в среднем за 2018–2020 гг.)
Table 2. Indicators of breeding-important traits of pea varieties and promising lines (CVT, mean in 2018–2020)

Сорт, линия	Продолжительность периода всходы – созревание, сут.	Урожайность семян, т/га	Отклонение от стандарта, ± т/га	Содержание белка в семенах, %
Листочковый морфотип				
Чишминский 95 – ст. 1	66	2,01	–	22,0
Л-30680	67	2,16	+0,15	21,8
Л-30678	67	2,20	+0,19	22,1
Л-31628	68	2,12	+0,11	22,3
НСР ₀₅	–	–	0,093	–
Усатый морфотип				
Памяти Хангильдина – ст. 2	65	1,85	–	22,1
Памяти Попова	67	2,17	+0,32	22,3
Л-31118	67	1,97	+0,12	22,5
Л-31045	67	1,92	+0,07	22,8
Л-31806	66	2,06	+0,21	22,0
Л-31809	67	2,13	+0,28	22,0
Л-30	66	2,19	+0,34	21,7
Л-31980	68	2,12	+0,27	22,1
НСР ₀₅	–	–	0,098	–

Главный показатель хозяйственной ценности сортообразца – его урожайность. Данный признак определяется числом плодоносящих растений с единицы площади и их продуктивностью. Выживаемость растений в проведенном нами исследовании составляла: 80,9–85,8% в 2018 г., 77,9–84,3% в 2019 г., 80,6–86,0% в 2020 году. В соответствии с полученными данными, которые приведены в таблице 2, среди линий с усатым типом листа наиболее высокую продуктивность и прибавку урожая показали линии Л-30 (+0,34 т/га), Л-31809 (+0,28 т/га), Л-31980 (+0,27 т/га), Л-31806 (+0,21 т/га) и сорт Памяти Попова (+0,32 т/га). Содержание белка в семенах перспективных линий было на уровне стандарта. Среди линий листочкового морфотипа высокими показателями продуктивно-

сти характеризовались линии Л-30678, Л-30680. Прибавка урожая по сравнению с сортом-стандартом Чишминский 95 у них составляла 0,19 и 0,15 т/га соответственно.

Как известно, урожайность зависит от таких параметров, как число фертильных узлов на растении, число бобов на плодущий узел, число семян в бобе, крупность семян. Наибольшим числом бобов на растении в среднем за годы нашего исследования отличались линии Л-31809, Л-31980, Л-30, Л-31806. Наименьшими значениями этого признака обладали линии Л-30680, Л-31045, сорт Памяти Попова. Максимальной озерненностью бобов характеризовался сорт Памяти Попова. Данному сорту несколько уступили по числу семян в бобе линии Л-31118, Л-31045, Л-31806 (табл. 3).

Таблица 3. Показатели продуктивности сортов и перспективных линий гороха, КСИ (в среднем за 2018–2020 гг.)
Table 3. Indicators of productivity of pea varieties and promising lines (CVT, mean in 2018–2020)

Сорт, линия	Количество, шт.			Масса, г	
	бобов на растении	семян в бобе	семян с растения	семян с растения	1000 семян
Листочковый морфотип					
Чишминский 95 – ст. 1	4,0±0,3*	3,8±0,2*	15,0±1,1*	3,42±0,35*	210,3±7,1*
Л-30680	3,4±0,2	3,9±0,3	13,3±1,0	3,81±0,22	261,0±14,6
Л-30678	4,0±0,3	4,3±0,3	17,1±1,2	4,64±0,39	246,5±9,3
Л-31628	3,9±0,2	4,3±0,3	17,1±1,3	4,51±0,31	233,7±8,2
Усатый морфотип					
Памяти Хангильдина – ст. 2	4,0±0,3	3,9±0,2	15,6±1,2	3,94±0,30	223,4±8,0
Памяти Попова	3,7±0,2	4,9±0,3	18,1±1,3	4,18±0,35	198,8±5,8
Л-31118	4,1±0,3	4,4±0,2	18,2±1,5	4,64±0,31	226,0±7,6
Л-31045	3,6±0,2	4,4±0,3	15,7±1,3	3,97±0,29	183,7±5,0
Л-31806	4,2±0,3	4,3±0,3	18,0±1,6	4,63±0,36	225,3±8,5
Л-31809	4,5±0,4	4,2±0,3	19,0±1,7	4,96±0,39	214,5±7,5
Л-30	4,3±0,3	3,8±0,2	16,4±1,3	4,31±0,31	213,8±6,0
Л-31980	4,4±0,3	3,8±0,2	16,9±1,4	4,22±0,28	227,1±7,9

* $X_{cp} \pm Sx_{cp}$.

В проведенном нами в 2018–2020 гг. исследовании наибольшей массой 1000 семян отличались линии Л-30680, Л-30678, несколько меньшие показатели данного признака были отмечены у Л-31628, Л-31980, Л-31118, Л-31806. Минимальной массой 1000 семян обладала линия Л-31045. Наибольшей семенной продуктивностью характеризовались линии Л-31809 ($4,96 \pm 0,39$ г), Л-31118 ($4,64 \pm 0,31$ г), Л-30678 ($4,64 \pm 0,39$ г), Л-31806 ($4,63 \pm 0,36$ г). Масса семян с растения у линий Л-30680, Л-31045, Л-31980, Л-30, Л-31628 колебалась от $3,81 \pm 0,22$ до $4,51 \pm 0,31$ г.

В результате анализа полученных данных установлено, что в среднем за 3 года семенная продуктивность изученных линий была высокой, содержание белка в семенах – на уровне стандартных сортов. Урожайность в большей степени зависела от массы семян с растения. Линии с листочковым морфотипом по массе семян с растения превосходили сорт-стандарт Чишминский 95 на 11,4–35,7%, с усатым морфотипом – сорт-стандарт Памяти Хангильдина на 0,8–25,9%.

Таким образом, многолетняя селекционная работа с применением метода гибридизации и последующих отборов позволила нам создать ряд перспективных линий гороха: Л-30680, Л-30678, Л-31628, Л-31118, Л-31045, Л-31806, Л-31809, Л-30, Л-31980, а также сорт Памяти Попова, переданный в государственное сортоиспытание в 2019 году. Среди них были выделены ценные источники селекционно важных признаков: большого количества бобов на растении: Л-31806, Л-30, Л-31980, Л-31809; высокой озерненности боба: Л-30678, Л-31628, Л-31118,

Л-31045, сорт Памяти Попова; крупносемянности: Л-30678, Л-30680; большого количества семян с растения: Л-31806, Л-31118, Л-31809, сорт Памяти Попова; высокой семенной продуктивности: Л-31806, Л-31118, Л-30678, Л-31809; неосыпаемости семян: Л-31118, Л-31045, Л-31806, Л-31809, Л-31980, Л-30680, Л-30678, Л-31628; устойчивости к полеганию: Л-30, Л-31045, Л-31980 с коэффициентом устойчивости к полеганию более 80%. Выделенные нами сортообразцы являются перспективным селекционным материалом для выведения новых высокоурожайных технологичных сортов гороха зернового направления.

В последнее время в нашей стране заметно вырос интерес к разработке и использованию новых методов в селекции. Прежде всего это обусловлено тем, что отбор и гибридизация в ряде случаев недостаточно эффективны. Экспериментальный мутагенез позволяет получить в течение короткого промежутка времени большое разнообразие наследственно измененных форм растений. На протяжении нескольких лет нами было получено и изучено большое количество мутантных форм гороха, часть которых превосходила исходный сорт по одному (чаще всего по массе 1000 семян) или нескольким хозяйственно-ценным признакам (скороспелость, устойчивость к полеганию и осыпанию семян, высокое содержание белка в семенах), при этом не уступая ему по семенной продуктивности. В настоящее время в сортоиспытании имеется ряд линий, выделенных из мутантов, индуцированных ионизирующим излучением (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика перспективных гибридных сортов и мутантных линий гороха, КСИ (в среднем за 2018–2020 гг.)
Table 4. Characteristics of promising hybrid pea varieties and mutant lines (CVT, mean in 2018-2020)

Сорт, линия	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян, т/га	Отклонение от стандарта, $\pm$ т/га	Содержание белка в семенах, %	Отклонение от стандарта, $\pm$ %
Памяти Хангильдина – ст.	65	223	1,85	–	22,1	–
Чишминский 95	66	210	2,01	+0,16	22,0	-0,1
Чишминский 229	68	225	2,09	+0,24	22,5	+0,4
Памяти Попова	67	198	2,17	+0,32	22,3	+0,2
Л-18 (мутант сорта Памяти Хангильдина)	67	260	2,01	+0,16	23,9	+1,8
Л-19 (мутант сорта Памяти Хангильдина)	66	165	1,80	-0,05	22,5	+0,4
Л-52 (мутант сорта Аксайский усатый 55)	64	220	1,82	-0,03	22,1	-0,1
Л-65 (мутант сорта Памяти Хангильдина)	67	245	1,96	+0,11	23,6	+1,5
НСР ₀₅	–	–	–	0,098	–	–

В соответствии с данными, представленными в таблице 4, лучшие мутантные формы по урожайности не уступают стандартному сорту. По содержанию белка в семенах мутантные линии Л-18, Л-65, полученные из сорта Памяти Хангильдина, за годы исследования превысили его показатели на 1,8 и 1,5% соответственно.

Кроме того, в наших опытах линия Л-18 в среднем за 2018–2020 гг. превзошла исходный сорт по урожайности семян на 0,16 т/га. Этот мутант характеризуется высокой массой 1000 семян (260 г), созревает на 2 суток позже сорта Памяти Хангильдина.

Таким образом, выделенные мутантные линии, обладающие ценными признаками и свойствами, могут использоваться в скрещиваниях как доноры этих признаков или служить исходным материалом для создания новых высокоурожайных, технологичных сортов гороха.

Выводы. В результате многолетней селекционной работы был достигнут значительный прогресс в улучшении сортов гороха по продуктивности, технологичности, устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Потенциальная урожайность новых сортов гороха селекции Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН в производстве составляет 4,2–4,5 т/га. Новые перспективные линии, полученные методом гибридизации и мутагенеза, сочетают признак неосыпаемости семян с усатым морфотипом и относительно коротким стеблем. Это гибридные линии Л-31118, Л-31045, Л-31806, Л-31809, Л-30, Л-31980 и мутантные линии Л-18, Л-19, Л-52, Л-65, полученные путем воздействия

ионизирующего излучения на семена гороха сорта Памяти Хангильдина. Многие из них обладают ценными хозяйственно-биологическими признаками и могут быть использованы в качестве исходного материала для селекции гороха. Так, продуктивные мутанты Л-18, Л-65 в среднем за 3 года испытаний превосходили сорт-стандарт Памяти по урожайности зерна на 0,11–0,16 т/га, по содержанию протеина в семенах – на 1,5–1,8%. Остальные мутантные линии по данным признакам не уступают исходному сорту и характеризуются коротким вегетационным периодом. Таким образом, выделенные нами линии имеют теоретическую и практическую ценность для создания новых высокопродуктивных, технологичных сортов гороха.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России №FMRS-2022-0063.

Библиографические ссылки

1. Бобков С.В., Селихова Т.Н. Получение межвидовых гибридов для интрогрессивной селекции гороха // Экологическая генетика. 2015. № 13(3). С. 40–49. DOI: 10.17816/ecogen13340-49.
2. Давлетов Ф.А., Нигматуллина Г.М., Гайнуллина К.П., Плешков А.В., Сафин Ф.Ф. Новый сорт зернового гороха Памяти Попова // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 61–65. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-61-65.
3. Цыганок Н.С. О гибридизации в практической селекции овощных сортов гороха и фасоли: ретроспектива и перспектива // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 1. С. 26–31. DOI: 10.15389/agrobiology.2014.1.26eng.
4. Arvind K., Chaurasia A.K., Marker S., Shukla P.K., Rai P.K., Verma P.K., Bara B.M. Effect of gamma radiation on macro mutations, their effectiveness and efficiency in pea (*Pisum sativum* L.) // Agricultural Research Journal. 2017. 54(2). P. 261–261. DOI: 10.5958/2395-146X.2017.00047.3.
5. Bahadur B., Rajam M.V., Leela S., Krishnamurthy K.V. Plant biology and biotechnology. I. Plant diversity, organization, function and improvement. New Delhi; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 2015. 832 p. DOI: 10.1007/978-81-322-2286-6.
6. Davletov F.A., Gainullina K.P., Safin F.F. Inheritance of seed size by hybrid populations of pea (F1, F2) // BIO Web of Conferences. 2020. № 17. P. 00090. DOI: 10.1051/bioconf/20201700090.
7. Li S., Liu S.M., Fu H.W., Huang J.Z., Shu Q.Y. High-resolution melting-based TILLING of γ ray-induced mutations in rice // Journal of Zhejiang University-Science B. 2018. 19(8). P. 620–629. DOI: 10.1631/jzus.B1700414.
8. Rahman S.M., Takagi Y., Miyamoto K., Kawakita T. High stearic acid soybean mutant induced by X-ray irradiation // Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 2014. 59(5). P. 922–923. DOI: 10.1271/bbb.59.922.
9. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P., Jankuloski, L. Manual on Mutation Breeding. 3rd ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. 301 p.

References

1. Bobkov S.V., Selikhova T.N. Poluchenie mezhydivovykh gibridov dlya introgressivnoi selektsii gorokha [Obtaining interspecific hybrids for introgressive pea breeding] // Ekologicheskaya genetika. 2015. № 13(3). S. 40–49. DOI: 10.17816/ecogen13340-49.
2. Davletov F.A., Nigmatullina G.M., Gainullina K.P., Pleshkov A.V., Safin F.F. Novyi sort zernovogo gorokha Pamyati Popova [A new grain peas variety 'Pamyati Popova'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 2(68). S. 61–65. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-61-65.
3. Tsyganok N.S. O gibridizatsii v prakticheskoi selektsii ovoshchnykh sortov gorokha i fasoli: retrospektiva i perspektiva [On hybridization in practical breeding of vegetable peas and beans varieties: retrospective and perspective] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2014. № 1. S. 26–31. DOI: 10.15389/agrobiology.2014.1.26eng.
4. Arvind K., Chaurasia A.K., Marker S., Shukla P.K., Rai P.K., Verma P.K., Bara B.M. Effect of gamma radiation on macro mutations, their effectiveness and efficiency in pea (*Pisum sativum* L.) // Agricultural Research Journal. 2017. 54(2). P. 261–261. DOI: 10.5958/2395-146X.2017.00047.3.
5. Bahadur B., Rajam M.V., Leela S., Krishnamurthy K.V. Plant biology and biotechnology. I. Plant diversity, organization, function and improvement. New Delhi; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 2015. 832 p. DOI: 10.1007/978-81-322-2286-6.
6. Davletov F.A., Gainullina K.P., Safin F.F. Inheritance of seed size by hybrid populations of pea (F1, F2) // BIO Web of Conferences. 2020. № 17. P. 00090. DOI: 10.1051/bioconf/20201700090.
7. Li S., Liu S.M., Fu H.W., Huang J.Z., Shu Q.Y. High-resolution melting-based TILLING of γ ray-induced mutations in rice // Journal of Zhejiang University-Science B. 2018. 19(8). P. 620–629. DOI: 10.1631/jzus.B1700414.

8. Rahman S.M., Takagi Y., Miyamoto K., Kawakita T. High stearic acid soybean mutant induced by X-ray irradiation // Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 2014. 59(5). P. 922–923. DOI: 10.1271/bbb.59.922.

9. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P., Jankuloski, L. Manual on Mutation Breeding. 3rd ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. 301 p.

Поступила: 25.01.22. доработана после рецензирования: 04.03.22; принята к публикации: 15.03.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Давлетов Ф.А. – концептуализация исследования, подготовка опыта; Каримов И.К. – выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.