

Поиск высокоурожайных генотипов гороха в экологических условиях лесостепи Приобья Новосибирской области*

В. В. ПИСКАРЕВ¹, Н. А. ДОБАРКИНА², М. В. ШИЛКИНА², Н. И. БОЙКО¹, В. Ю. СУХОМЛИНОВ¹,
Е. В. СЕМЕНОВА³, В. А. АПАРИНА¹, А. А. ПОТЕШКИНА¹, Е. В. МОРОЗОВА¹, Е. И. МАЗУРОВА²

¹Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», ул. С-100, зд. 21, а/я 375, пос. Краснообск, Новосибирский р-н, Новосибирская обл., 630501, Российская Федерация

²Новосибирский государственный аграрный университет, ул. Добролюбова, 160, Новосибирск, 630039, Российская Федерация

³Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», ул. Большая Морская, 42-44, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация

Резюме. Исследование проводили с целью выделения источников высокой урожайности, сочетающих высокую выраженность хозяйственно ценных количественных признаков, для использования в селекции сортов гороха зернового направления, адаптированных к местным условиям. В условиях лесостепи Приобья Новосибирской области в 2021–2022 гг. на серой лесной глубокооглеенной почве изучены 48 сортообразцов различных морфотипов, в том числе 17 листочковых (стандарт сорт Русь) и 31 безлисточковый (стандарт сорт Новосибирец), из коллекции ВИР. Урожайность выше стандарта (на 182,1...267,0 г/м², при урожайности стандарта 486,5 г/м²) формировали образцы безлисточковых морфотипов Trendy, Амulet, Донец, Зерноградский усатый, Памяти Попова, Рыжик, Ягуар; листочковых (на 138,6...210,8 г/м², урожайность стандарта 434,3 г/м²) – г.0000783, SH 94-63-1-4-2, Рас-1098/8 и Фацет. Чешский сорт Trendy характеризовался высокой устойчивостью к полеганию (8 баллов), небольшой продолжительностью периода от начала до полного созревания (5,5 сут.), повышенным, по сравнению со стандартом Русь, количеством продуктивных побегов (+0,5), фертильных узлов (+2,5), бобов (+2,8) и семян с растения (+18,4 шт.). Растения сортов Ягуар, Амulet, Рыжик и Донец, по сравнению со стандартом Русь, характеризовались более высокой массой семян (+2,8...5,9 г), количеством фертильных узлов (+2,3...3,7 шт.), количеством бобов (+5,2...6,9 шт.) и количеством семян (+23,8...42,1 шт.). Масса 1000 семян у сортообразцов Рас-1098/8 и Фацет была выше, чем у стандарта Новосибирец (152,3 г), соответственно на 46,5 и 99,0 г, кроме того, сорт Фацет характеризовался высокой устойчивостью к полеганию (7 баллов). Для безлисточковых сортообразцов выявлена умеренная положительная зависимость урожайности от массы 1000 семян, массы семян с растения и высоты растения, тогда как для сортообразцов листочкового морфотипа корреляция была, как правило, не значимой и только в ряде случаев умеренная.

Ключевые слова: горох (*Pisum sativum* L.), урожайность, источник, количественный признак, устойчивость к полеганию, высота растения.

Сведения об авторах: В. В. Пискарев, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: piskaryov_v@mail.ru); Н. А. Добаркина, студент; М. В. Шилкина, студент; Н. И. Бойко, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник; В. Ю. Сухомлинов, агроном; Е. В. Семенова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; В. А. Апарина, младший научный сотрудник; А. А. Потешкина, младший научный сотрудник; Е. В. Морозова, младший научный сотрудник; Е. И. Мазурова, студент.

Для цитирования: Поиск высокоурожайных генотипов гороха в экологических условиях лесостепи Приобья Новосибирской области / В. В. Пискарев, Н. А. Добаркина, М. В. Шилкина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 1. С. 10–16. doi: 10.53859/02352451_2024_38_1_10

*работа выполнена при поддержке бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № FWNR 2022-0018.

Search for high-yielding pea genotypes under the ecological conditions of the forest-steppe of the Ob area of the Novosibirsk region

V. V. Piskarev¹, N. A. Dobarkina², M. V. Shilkina², N. I. Boiko¹, V. Yu. Sukhomlinov¹, E. V. Semenova³, V. A. Aparina¹,
A. A. Poteshkina¹, E. V. Morozova¹, E. I. Mazurova²

¹Siberian Research Institute of Plant Growing and Breeding, branch of the "Federal Research Center the Institution of Cytology and Genetics", Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, ul. S-100, zd. 21, a/ya 375, pos. Krasnoobsk, Novosibirskii r-n, Novosibirskaya obl., 630501, Russian Federation

²Novosibirsk State Agrarian University, ul. Dobrolyubova, 160, Novosibirsk, 630039, Russian Federation

³Federal Research Center the Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44, Sankt-Peterburg, 190000, Russian Federation

Abstract. The study was carried out in order to identify sources of high yields, combining the high severity of economically valuable quantitative traits for use in the selection of grain-oriented peas, adapted to local conditions. 48 varieties of the VIR collection were studied using means of protection against diseases and pests in the conditions of the forest-steppe of the Ob region of the Novosibirsk region. Records and observations were carried out according to the VIR method. The yield above the standards was formed by samples of leafless morphotypes - Trendy (753.5), Amulet (661.7), Donets (676.1), Zernogradskii usaty (683.4), Pamyati Popova (707.5), Ryzhik (668.6), Jaguar (673.7); leaf morphotypes - g.0000783 (572.9), SH 94-63-1-4-2 (645.1), Ras-1098/8 (614.2) and Facet (654.9 g/m²). The Czech cultivar Trendy was characterized by high resistance to lodging (8 points), a short period from the beginning to full maturation (5.5 days), a large number of productive shoots (1.7), fertile nodes (8.3), pods (12, 3) and grains from a plant (55.9 pieces). The cultivars Jaguar, Amulet, Ryzhik and Donets formed a plant with a high weight (11.5-14.6 g), the number of fertile nodes (8.1-9.5 pcs.), the number of beans (14.7-16.4 pcs.) and the number of grains (61.3-79.6 pcs.). Varieties Ras-1098/8 and Fatset formed a mass of 1000 grains above the standard (198.8 and 251.3 g), in addition, the Fatset was characterized by high resistance to lodging (7 points). Sample SH 94-63-1-4-2, had a high 1000 grain weight (227.0 g), formed a high grain content (4.7 pieces), had a short ripening period (5.3 days), high resistance to lodging (6 points). A significant moderate and strong negative correlation dependence of yield on the duration of the growing season was revealed. For leafless varieties, a moderate positive dependence of yield from the 1000 grain weight, grain weight per plant and plant height was revealed, while for leaf morphotype varieties, the correlation was, as a rule, not significant, although in some cases it was moderate.

Keywords: peas, productivity, source, quantitative trait, resistance to lodging, plant height.

Author Details: V. V. Piskarev, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory; N. A. Dobarkina, student; M. V. Shilkina, student; N. I. Boiko, Cand. Sc. (Agr.), junior research fellow; V. Yu. Sukhomlinov, agronomist; E. V. Semenova, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow; V. A. Aparina, junior research fellow; A. A. Poteshkina, junior research fellow; E. V. Morozova, junior research fellow; E. I. Mazurova, student.

For citation: Piskarev VV, Dobarkina NA, Shilkina MV, et al. [Search for high-yielding pea genotypes under the ecological conditions of the forest-steppe of the Ob area of the Novosibirsk region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2024;38(1):10–6. Russian. doi: 10.53859/02352451_2024_38_1_10

Горох занимает 80 % площадей зернобобового клина в различных регионах Российской Федерации. За последние годы в нашей стране отмечают увеличение площади, занятой этой культурой, и по состоянию на 2021 г. она составляла 1445,3 тыс. га (<https://agrovesti.net/lib/industries/beans/rynok-gorokha-rossii-v-2021-godu-tendentsii-i-prognozy.html>). Семена гороха богаты белком, а также содержат углеводы и минеральные соли, необходимые для питания животных и человека [1, 2]. Кроме того, благодаря способности фиксации атмосферного азота, его считают отличным предшественником для пшеницы. Горох, как правило, используют как высокобелковый продукт. В семенах гороха отсутствуют глютен и серосодержащие аминокислоты (цистеин и метионин), но есть незаменимая аминокислота лизин, необходимая человеку и животным в рационе питания [3]. В состав все большего количества продуктов питания стали добавлять гороховую муку и изолят горохового белка [4]. При этом удовлетворение потребности в растительном белке благодаря гороху обеспечивается лишь на 55...60 %, что ставит запросы на расширение производства этой культуры [5].

Доля варьирования урожайности, обусловленная генотипом в общем фенотипическом проявлении признака, может достигать до 43,4 % [6], что свидетельствует о важной роли селекции в развитии сельского хозяйства [7]. При рациональном подборе сортов можно повысить реальные сборы семян без увеличения затрат на производство в результате использования потенциала продуктивности [8].

На сегодняшний день селекция гороха достигла высоких результатов, при этом важную роль играет коллекция зернобобовых культур, сохраняемая в Федеральном исследовательском центре Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), как источник исходного материала для селекции [9, 10]. К одним из основных резервов повышения продуктивности семян и формирования стабильного урожая культуры относят вовлечение в селекцию форм гороха с различной морфологией растения [11]. В арсенале селекционеров есть такие морфотипы, как люпиноид (характеризуется фасцированным стеблем и имеет бобы, сдвинутые в апикальную часть), хамелеон (форма гороха с гетерофиллией листьев), на основе которой сегодня создан ряд сортов [12], рассеченнолисточковый морфотип, также перспективный листовый вариант. В производство внедрены сорта усатого морфотипа, где мутация *afila* заменяет листья на ветвящиеся усы [13].

Новизна исследований заключается в выявлении новых источников ценных признаков гороха посевного, характеризующихся высокой урожайностью и выраженностью элементов продуктивности растения, для практического использования в селекционном процессе при создании новых генотипов.

Цель исследования – изучение коллекционных сортов образцов гороха различного морфотипа и выделение источников высокой урожайности в сочетании с высокой выраженностью хозяйственно ценных количественных признаков для селекции гороха зернового направления, адаптированного к условиям Сибирского региона.

Таблица 1. Температура воздуха и сумма осадков за вегетационные периоды гороха в годы исследований (ГМС «Огурцово»)

Месяц	Температура воздуха				Сумма осадков			
	2021 г.		2022 г.		2021 г.		2022 г.	
	°C	+/- к норме	°C	+/- к норме	мм	% от нормы	мм	% от нормы
Май	14,2	3,3	10,9	8,0	25,1	68,0	3	8,1
Июнь	16,2	-0,7	16,9	3,3	73,1	133	59	107,3
Июль	18,8	-0,6	19,4	0,6	22,4	37,0	47	77,0
Август	18,1	1,9	16,2	-0,6	67,3	100	24	35,8

Условия, материалы и методы. Опыты закладывали в Новосибирском районе Новосибирской области в лесостепной зоне Западно-Сибирской провинции в 2021–2022 гг. по пару.

Почва – глубокоогулененная серая лесная, мощность гумусового горизонта 30...35 см, содержание гумуса – 3,2 % (ГОСТ 26213-84), pH_{сол} 6,2 (ГОСТ 26483-85).

Обработка почвы – общепринятая для лесостепной зоны, включала ранневесеннее боронование, предпосевную культивацию КПС-4, 1 в агрегате с трактором МТЗ-80. 1. Семена протравливали перед посевом препаратом Редиго® Про (действующие вещества (д.в.) протиоконазол (150 г/л) и тебуконазол (20 г/л)) из расчета 0,5 л/т. 10 литров рабочего раствора. Обработку гербицидом осуществляли в фазе 1...3-х настоящих листьев гороха (препаратом Юнкер, ВР (40 г/л имазамокса) с нормой расхода 0,8 л/га) с расходом рабочего раствора 300 л/га. В фазе окончания цветения проводили фунгицидную обработку (препаратом Проэро® (д.в. 125 г/л протиоконазол и 125 г/л тебуконазола) с нормой расхода 1,0 л/га) и инсектицидную обработки (БИ-58 новый, КЭ (400 г/л диметоата) с нормой расхода 1,0 л/га) с расходом рабочего раствора 400 л/га.

Посев питомников осуществляли в первой декаде мая сеялкой ССФК-7 в двух повторениях, площадь делянки 1 м², норма высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га. Стандарты – Русь (для безлисточковых образцов) и Новосибирец (для сортообразцов листочкового морфотипа). Уборку проводили комбайном Сампо 130 прямым комбайнированием при полном созревании всех делянок. Всего изучен 31 безлисточковый образец (усатый морфотип – 29 и хамелеон – 2) и 17 – листочковых из коллекции ВИР.

В течение вегетационного периода проводили оценки и фенологические наблюдения согласно методическим указаниям [14].

Наименьшую существенную разницу и корреляцию рассчитывали согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.). Дисперсионный анализ двухфакторный с повторениями выполняли в программе Microsoft® Excel®.

В 2021 г. отмечали повышенные температуры воздуха в мае и августе (+3,3 и 1,9 °C к среднемуголетнему значению) и незначительное снижение среднесуточной температуры в июне (-0,7 °C) и июле (-0,6 °C) (табл. 1). В целом, вегетационный сезон характеризовался избыточным увлажнением в июне, недостаточным в мае и июле, в августе осадков выпало на уровне среднемуголетнего значения (67,3 мм). В 2022 г. отмечали повышенные температуры воздуха в мае и июне (+8,0 и 3,3 °C к среднемуголетнему значению) и незначительное снижение среднесуточной температуры в августе (-0,6 °C). В целом, год характеризовался как сильно засушливый в мае (8,1 % от среднемуголетнего) и августе (35,8 %), также недостаток увлажнения наблюдали в июле (77,0 %).

Результаты и обсуждение. В условиях Западной Сибири одной из важных характеристик изучаемого исходного материала считают продолжительность вегетационного

Таблица 2. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов, высота и устойчивость к полеганию безлисточковых сортообразцов гороха (среднее за 2021–2022 гг.)

№ каталога ВИР	Сортообразец	Происхождение	Продолжительность периода, сут.			Высота растения, см	Устойчивость к полеганию, балл
			созревания	всходы–массовое цветение	вегетации		
-	Русь (st)	Тюменская обл.	7,4	38,1	80,3	70,6	9
10190	3645/04	Тюменская обл.	13,0	29,5	91,5	80,0	3
10189	916/04	Тюменская обл.	9,5	38,3	87,8	80,0	8
10077	Vagoo	Германия	7,0	39,8	80,5	98,8	8
10076	Kareni	Германия	7,8	36,5	78,5	81,3	8
10253	LSP 716	Нидерланды	5,0	47,5	88,5	67,5	3
10257	Mikka	Дания	8,5	43,0	85,3	83,8	6
10204	Ostinato	Германия	6,8	41,5	82,3	78,8	9
10073	Trendy	Чехия	5,5	38,5	79,5	74,0	8
10197	Амулет	Ростовская обл.	9,8	37,8	83,0	81,3	4
10209	Бирюза	Орловская обл.	8,5	37,3	84,0	75,0	7
9887	Буслай	Иркутская обл.	6,0	37,8	82,3	91,3	3
10095	Велес	Татарстан	7,5	40,0	81,3	102,5	6
10212	Донец	Ростовская обл.	8,5	35,5	82,8	77,5	8
10256	Зерноградский усатый	Ростовская обл.	8,8	38,5	80,8	101,3	5
10210	КМ 11 ВК 22	Германия	6,8	38,3	81,5	73,8	9
10211	ЛГ Аспен	Нидерланды	7,3	40,0	83,8	81,3	7
10116	М 250-8-1	Австралия	9,3	40,0	84,8	50,0	8
10087	Нарат	Татарстан	7,3	37,8	79,3	86,3	8
10094	Нордман	Тюменская обл.	9,0	39,5	83,8	92,5	9
10230	Памяти Попова	Башкирия	10,8	35,0	83,3	103,5	4
10203	ПХП 16 М 3-10	Германия	8,3	35,5	80,0	71,3	9
10229	Рыжик	Тюменская обл.	7,5	34,5	82,3	78,8	6
10096	Самат	Тюменская обл.	7,8	39,3	81,8	90,0	8
10258	СГ Л 7577 3	-	7,3	40,3	85,3	95,0	8
10093	Сибирский богатырь	Тюменская обл.	11,3	39,5	83,5	118,8	6
10086	Синбир	Ульяновская обл.	5,5	35,5	79,0	92,5	8
10084	Триумф Сибири	Омская обл.	6,3	41,3	80,5	85,0	6
10089	Факел	Свердловская обл.	10,8	36,5	83,0	73,8	9
10082	Эстафета	Орловская обл.	8,0	38,3	78,8	92,5	7
10088	Ягуар	Орловская обл.	9,5	36,0	81,3	82,5	6
10107	Ямальский 305	Тюменская обл.	7,0	38,3	82,0	91,3	7
Среднее по выборке			8,1	38,2	77,2	84,2	7
НСР ₀₅			1,8	3,0	4,4	12,9	2

периода сорта, а также длительность периода от начала до полного созревания, так как затягивание этих периодов может негативно отразиться на урожайности и качестве продукции [15]. Безлисточковые сортообразцы, изученные в опыте, в среднем созревали почти на 6 суток (продолжительность периода вегетации в среднем по сортообразцам 77,2 сут.) (табл. 2) раньше листочковых (83,3 сут.) (табл. 3). Несмотря на значительные отклонения продолжительности вегетационного периода от стандарта Русь (80,3 сут.) от +3,0 сут. у сорта Памяти Попова из Башкирии до +11,2 сут. у линии 3645/04 из Тюмени, у ряда безлисточковых образцов, критических значений, не позволяющих вызреть образцам, не отмечено. Среди листочковых сортов было 9 образцов (от 77,0 – сорт Chemilong из Франции до 83,8 сут. у сорта Waldmanns из Вологодской области России), которые созревали раньше стандартного сорта Новосибирец на 4,1...10,0 сут. Непродолжительным периодом от начала созревания до полной спелости (до 6 сут.) характеризовались 4 безлисточковых сортообразца (LSP 716 из Нидерландов, Trendy из Чехии, Буслай из Иркутской области и Синбир из Ульяновской области) и 2 листочковых (SH 94-63-1-4-2 из Болгарии и Рас-1098/8 из Орловской области). При этом, значительно больше чем у стандарта Новосибирец (10,4 сут.) увеличивалась продолжительность этого периода лишь у сорта Chemilong (14,0 сут.) и линии 3645/04 (13,0 сут.).

Высоту растения, как правило, необходимо рассматривать в непосредственной связи с устойчивостью

к полеганию. Так, в среднем, безлисточковые образцы формировали стебель высотой 84,2 см (см. табл. 2), листочковые – 96,7 (см. табл. 3) с устойчивостью к полеганию – 7 и 3 балла, соответственно. Коэффициент корреляции между устойчивостью к полеганию и высотой растения составил лишь 0,3 (безлисточковые) и 0,2 (листочковые) и был не значим на 5 % уровне значимости. Среди безлисточковых образцов можно обратить внимание на сорта Vagoo, Нарат, Нордман, Эстафета, Ямальский 305, Самат, Синбир и СГ Л 7577 3, которые, несмотря на большую, чем у стандарта Русь (70,6 см) высоту растения на 15,7...28,2 см, характеризовались высокой устойчивостью к полеганию (7 и более баллов).

Из листочковых сортообразцов (см. табл. 3), лучшую устойчивость к полеганию (5...7 баллов), чем стандарт Новосибирец (2 балла) показали образцы Асс-339 из Сирии и Е-026 из Эквадора, которые также характеризовались длиной стебля (112,5 и 118,8 см соответственно) на уровне стандарта (126,9 см, НСР=26,8).

Среди изученных в опыте форм, можно отметить высокорослые образцы из Китая (g.0000783) и из Сирии (Асс-339) – соответственно 108,8 и 112,5 см (см. табл. 3), которые формировали высокую урожайность (572,9 и 416,5 г/м²) не очень крупных (масса 1000 шт. 172,0 и 164,8 г) семян (табл. 4). Эти образцы можно использовать в селекционных программах при создании сортов кормового направления в качестве географически отдаленного компонента скрещивания с отечественными сортами.

Таблица 3. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов, высота и устойчивость к полеганию листочковых сортообразцов гороха (среднее за 2021–2022 гг.)

№ каталога ВИР	Сортообразец	Происхождение	Продолжительность периода, сут.			Высота растения, см	Устойчивость к полеганию, балл
			созревания	всходы–массовое цветение	вегетации		
-	Новосибирец (st)	Новосибирская обл.	10,4	39,8	87,8	126,9	2
10180	k-10180	Грузия	9,0	44,3	91,3	103,8	2
10128	Chemilong	Франция	14,0	29,0	77,0	43,8	5
10177	g.0000783	Китай	9,5	29,3	79,5	108,8	2
10021	G.0000908	Китай	11,3	36,8	86,3	126,3	4
10179	g.0001136	Китай	10,5	40,0	83,0	102,5	2
10188	g.0001152	Китай	9,3	44,3	86,0	128,8	3
10185	Schors	Германия	7,3	38,3	84,5	112,5	2
9999	Rappoldshofer						
SH 94-63-1-4-2		Болгария	5,3	36,0	78,8	72,5	6
10195	Waldmanns	Вологодская обл.	7,5	35,3	83,8	91,3	7
10224	Асс-339	Сирия	8,5	34,3	85,3	112,5	5
10199	E-026	Эквадор	10,0	36,8	87,5	118,8	7
10167	Еlegant	Украина	6,8	34,0	81,3	93,8	3
10228	Кудесник	Беларусь	8,5	36,8	84,8	63,8	6
10232	Миленок	Нижегородская обл.	10,8	28,8	80,0	60,0	2
9895	Рас-1098/8	Орловская обл.	5,5	36,0	79,0	71,3	3
10231	Сладкие бусы	Нижегородская обл.	10,5	35,8	84,8	130,0	3
10015	Фацет	Беларусь	7,8	32,3	79,8	73,8	7
Среднее по выборке			9,0	36,0	83,3	96,7	3
НСР ₀₅			2,2	4,5	3,8	26,8	2

Среди изученных сортов листочкового морфотипа (см. табл. 4) по урожайности зерна, с достоверным превышением (на 138,5...220,6 г/м²) стандарта Новосибирец (434,3 г/м²) выделяются сортообразцы g.0000783, SH 94-63-1-4-2, Рас-1098/8 и Фацет. Так, у первого остальные учетные признаки были на уровне стандарта, у двух последних лишь масса 1000 семян также была выше чем у стандарта на 46,5 и 99,0 г соответственно, тогда как образец SH 94-63-1-4-2, кроме высокой массы 1000 семян (227,0 г), формировал боб с высокой озерненностью (4,7 шт.). В условиях Тюменской и Орловской областей линия Рас-1098/8 также выделялась по урожайности, количеству семян с растения и устойчивостью к поражению листовыми заболеваниями [16], тогда как в опытах Белорусских ученых по урожайности выделялся сорт Фацет [17].

Следует обратить внимание на образцы Schors Rappoldshofer (высокое количество бобов +5,5 шт. к

стандарту Русь), масса зерна растения (+11,1 г) и масса 1000 зёрен (+139,8 г)) и Waldmanns (количество бобов (+7,9 шт.) и зерен с растения (+28,9 шт.), а также масса зерна растения (+8,2 г)), которые выделяются по 3-м количественным признакам. Украинский сорт Еlegant и сорт Нижегородской селекции – Сладкие бусы характеризовались высокой массой 1000 зерен (+72,8 и +66,0 г) и высокой выраженностью двух дополнительных признаков: Еlegant – количество бобов с растения (+5,8 шт.), Сладкие бусы – количеством зерен в бобе (+0,8 шт.). Образец из Китая – g.0001136 превышал стандартный сорт Новосибирец по количеству продуктивных ветвей (+1,7 шт.) и количеству фертильных узлов на растении (+6,1 шт.). Остальные сортообразцы либо ничем не выделялись (g.0001152, Асс-339 и Кудесник), либо превышали стандарт по одному признаку (к-10180, Chemilong, G.0000908, E-026 и Миленок).

Таблица 4. Урожайность и составляющие её элементы у листочковых сортообразцов гороха (среднее за 2021–2022 гг.)

Сортообразец	Количество на 1 растении, шт.					Масса, г		Урожайность, г/м ²
	продуктивных ветвей 1-го и 2-го порядка	фертильных узлов	бобов	семян	семян в бобе	семян с растения	1000 семян	
Новосибирец (st)	1,8	11,1	15,5	63,3	4,0	9,2	152,3	434,3
k-10180	3,4	12,2	14,5	49,3	3,7	6,2	125,8	201,1
Chemilong	1,4	8,3	10	55,1	5,5	9,7	177,5	457,1
g.0000783	1,4	7,8	10,9	45,6	4,2	7,6	172	572,9
G.0000908	7,9	11,3	15,5	47,9	3,3	7,6	159	464,3
g.0001136	3,5	17,2	17,5	68,5	3,8	8,6	122,5	305,4
g.0001152	2,8	13,8	18,1	63,5	3,6	8,2	129,3	297,5
Schors Rappoldshofer	2,5	11,8	21	72,8	3,8	20,4	292	313,1
SH 94-63-1-4-2	1,6	6,4	9,6	45,9	4,7	10	227	645,1
Waldmanns	2	14	23,4	92,3	3,9	17,4	191,5	532,2
Асс-339	2,4	13,2	17,7	63,3	3,5	10,1	164,8	416,5
E-026	1,8	11,9	16,8	56,4	3,3	12	213	339,8
Еlegant	2,4	12,4	21,3	51,2	3	11,5	225	468,7
Кудесник	1,2	5,3	6,9	31	4,5	5,8	194,8	503,8
Миленок	1,6	12,3	21,7	74,7	3,4	10,7	147	502,2
Рас-1098/8	1,7	7,5	11,9	54,5	4,6	10,6	198,8	614,2
Сладкие бусы	1,5	9,9	9,9	48,2	4,7	9,8	218,3	376,3
Фацет	1,4	5,3	8	31,5	3,9	8	251,3	654,9
Среднее по выборке	2,3	10,6	15,0	56,4	4,0	10,2	186,8	450,0
НСР ₀₅	1,5	3,3	5,1	15,2	0,6	3,6	45,8	128,1

Таблица 5. Урожайность и составляющие её элементы у безлисточковых сортообразцов гороха (среднее за 2021–2022 гг.)

Сортообразец	Количество на 1 растении, шт.					Масса, г		Урожайность, г/м ²
	продуктивных ветвей 1-го и 2-го порядка	фертильных узлов	бобов	семян	семян в бобе	семян с растения	1000 семян	
Русь (st)	1,3	5,8	9,5	37,5	4	8,7	234,8	486,5
3645/04	1,4	8,4	11,1	31,9	2,9	8,7	268	378,3
916/04	2,7	4,6	6,6	17,2	2,9	3,1	174,5	96,8
Bago	1,3	6,5	9,1	38,8	4,3	7	183,8	550
Kareni	1,8	9,6	15,4	57,8	3,7	11,4	205,3	498,4
LSP 716	2,1	8,3	11,8	37	3,6	3,4	91,5	74,5
Mikka	1,8	8,4	14,2	59,5	4	12,5	227,8	588,8
Ostinato	1,2	5,3	8,6	40,1	4,9	7,2	197,5	532,4
Trendy	1,7	8,3	12,3	55,9	4,6	10,2	192,5	753,5
Амулет	1,6	8,1	15,1	61,3	4	14,6	250,8	661,7
Бирюза	1,6	8,5	14,2	39	2,9	8	213,8	400,1
Буслай	1,3	5,3	8,3	36,7	4,4	6,4	174	596
Велес	1,3	7,9	10,5	54,5	5	8,1	157,3	600,6
Донец	2,2	8,2	14,7	78	5,2	13,7	190,8	676,1
Зерноградский усатый	1,3	5,7	9,1	46,2	5	10,7	230	683,4
КМ 11 ВК 22	2,5	10	16,7	57,5	3,5	12,2	235,3	589,7
ЛГ Аспен	1,5	7,8	11,2	39,8	3,8	7,8	211	650,3
М 250-8-1	2,2	9,4	13,2	46,9	3,7	8,6	183	186,7
Нарат	1,4	7,2	11,4	51	4,4	10	207,3	550,1
Нордман	1,8	9,5	13,6	48,3	3,8	8,4	182	550,9
Памяти Попова	1,2	6,3	11,8	51,2	4,4	10,3	206,8	707,5
ПХП 16 М 3-10	1,7	7,6	12,8	46,5	3,6	10	231,8	521,3
Рыжик	2,1	9,5	16,4	63,8	3,8	12,5	208,5	668,6
Самат	1,4	8,6	13,8	69,3	5	10,5	160,8	606,3
СГ Л 7577 3	2,2	8,8	15,2	55,9	3,8	9,7	189,8	579,8
Сибирский богатырь	1,3	6,1	10,1	41,3	4	6	151	392,3
Синбир	1,4	8,2	14,5	64	5,1	12,6	208,5	595,7
Триумф Сибири	1,3	7	10,6	38,4	4,1	6,8	176,5	453,8
Факел	1,7	10,6	14,2	39,5	2,9	6,5	175	531,4
Эстафета	1,5	6,8	10,4	41,2	4	8,4	213	612
Ягуар	1,5	9,3	15,5	79,6	4,5	11,5	209,3	673,7
Ямальный 305	1,5	7,4	12,3	52,4	4,3	8,7	170,5	523,6
Среднее по выборке	1,6	7,7	12,2	49,1	4,1	9,2	196,7	531,7
НСР ₀₅	0,4	1,5	2,6	13,3	0,6	2,7	33,2	159,8

Средняя урожайность сортов безлисточковых морфотипов за 2 года изучения составила 531,7 г/м² (табл. 5), листочковых – 450,0 г/м² (см. табл. 4), урожайность стандартов – 486,5 (Русь) и 434,3 г/м² (Новосибирец). Схожие результаты, показывающие преимущество безлисточковых морфотипов, получены в условиях Свердловской области [18]. Сортообразцы безлисточковых морфотипов Trendy, Амулет, Донец, Зерноградский усатый, ЛГ Аспен, Памяти Попова, Рыжик и Ягуар превышали по урожайности стандарт Русь (486,5 г/м²) на 163,8...267,1 г/м².

Оптимальный размер семян для сортов зернового направления формируется при массе 1000 шт. 210...250 г [19], так как более мелкие семена снижают продуктивность сорта, более крупные – дробятся, что ведет к потерям семенных качеств и снижению товарной ценности семян. В нашем исследовании, помимо стандарта Русь (234,8 г), в этот интервал укладываются сортообразцы безлисточковых морфотипов Mikka, Амулет, Бирюза, Зерноградский усатый, КМ 11 ВК 22, ЛГ Аспен, ПХП 16 М 3-10 и Эстафета; листочковые – Schors Rappoldshofer, SH 94-63-1-4-2, Е-026, Елегант, Рас-1098/8 и Сладкие бусы. Более крупное зерно формировали линия 3645/04 (268,0 г) и сорт Факел (251,3 г), остальные образцы характеризовались массой 1000 семян ниже оптимальной.

В наборе безлисточковых форм высокой массой семян с растения (от 11,4 до 14,6 г) характеризовались

8 сортообразцов – Ягуар, Синбир, Рыжик, КМ 11 ВК 22, Донец, Амулет, Mikka и Kareni (см. табл. 5). Эти же образцы обладали большим, чем у стандарта Русь, количеством фертильных узлов (+2,9...4,3 шт.), количеством бобов на растении (+4,7...7,2 шт.) и количеством семян с растения (+20,0...30,1 шт.). Сорт Синбир, кроме того, выделялся по количеству семян в бобе (5,1 шт.), Донец – по количеству зерен в бобе (+1,2 шт.) и количеству продуктивных ветвей на 1 растение (+1,0 шт.). Образцы Kareni, Mikka, КМ 11 ВК 22 и Рыжик также формировали более 1,7 продуктивных ветвей.

Высокой крупностью зерна с массой 1000 семян на 33,3 г выше стандарта Русь (234,8 г) характеризовалась лишь одна линия из Тюменской области – 3645/04 (см. табл. 5), которая также формировала значительно большее количество фертильных узлов (+2,7 шт.), чем стандарт. Образцы СГ Л 7577 3 и Trendy характеризовались превышением над стандартом по 4-м признакам: количество продуктивных ветвей на 1,0 и 0,5 шт.; количество фертильных узлов – на 3,0 и 2,5 шт.; количество бобов на растение – на 5,7 и 2,8 шт.; количество семян с растения – на 18,4 шт. соответственно. Образцы М 250-8-1, Нордман и Факел превышали стандарт по первым трём признакам: количество продуктивных ветвей – на 0,5...1,0 шт., фертильных узлов – на 3,7...4,8 шт. и бобов на растение – на 3,7...4,7 шт.). У сорта Ямальный 305 отмечено превышение стандарта по количеству фер-

Таблица 6. Корреляционные зависимости урожайности от выраженности признаков

Признак		Безлисточковые			Листочковые		
		2021 г.	2022 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	среднее
Масса 1000 зерен	r	0,33*	0,37*	0,41*	0,19	0,46*	0,35
	t _ф	2,3	2,6	3,0	0,9	2,5	1,7
Масса зерна растения	r	0,32*	0,50*	0,67*	-0,10	-0,14	0,05
	t _ф	2,2	4,0	6,6	0,4	0,5	0,2
Количество зерен в бобе	r	0,13	0,64*	0,56*	0,28	0,29	0,34
	t _ф	0,8	5,9	4,8	1,3	1,4	1,6
Количество зерен с растения	r	0,63*	0,02	0,60*	0,04	-0,29	-0,29
	t _ф	5,7	0,1	5,3	0,1	1,0	1,0
Устойчивость к полеганию	r	0,26	0,01	0,07	-0,50	-0,33	0,42*
	t _ф	1,7	0,0	0,4	1,6	1,1	2,2
Высота растения	r	0,33*	0,48*	0,42*	-0,35	0,01	-0,24
	t _ф	2,3	2,7	3,1	1,2	0,0	0,9
Вегетационный период	r	-0,65*	-0,51*	-0,57*	-0,74*	-0,56	-0,73*
	t _ф	2,8	2,3	2,5	2,2	1,8	2,2

* значимо при $p < 0,05$.

тильных узлов (на 1,7 шт.), количеству бобов (2,8 шт.) и числу зерен с растения (14,9 шт.). Сорт Самат из Тюмени, помимо перечисленных признаков (на уровне 8,6 шт., 13,8 шт., 69,3 шт. соответственно) формировал высокое (+1,0 шт. к стандарту Русь) количество семян в бобе. Сорт Велес из Татарстана характеризовался повышенным количеством фертильных узлов (+2,1 шт.), семян с растения (+17,0 шт.) и в бобе (+1,0 шт.). Остальные образцы безлисточковых морфотипов либо не превышали стандарт ни по одному из учтенных признаков (образец Вагоо из Германии), либо превышали по двум (LSP 716, Бирюза и ПХП 16 М 3-10) признакам, либо по одному (Ostinato и Нарат), что не имеет высокой селекционной значимости.

Кроме 2022 г. у листовых форм наблюдали значимую умеренную и сильную отрицательную корреляционную зависимость между урожайностью и продолжительностью вегетационного периода (от $r = -0,51$ безлисточковые сорта в 2022 до $r = -0,74$ те же в среднем за 2 года). Умеренная значимая положительная зависимость урожайности сортообразцов безлисточковых морфотипов (табл. 6) выявлена с такими признаками, как масса 1000 семян ($r = 0,33...0,41$), масса семян с растения ($r = 0,32...0,67$) и высота растения ($r = 0,33...0,48$) во все годы изучения и в среднем за 2 года; количество семян в бобе в 2022 г. ($r = 0,64$) и в среднем за 2 года ($r = 0,56$); количество семян с растения в 2021 г. ($r = 0,63$) и в среднем за 2 года ($r = 0,60$).

Корреляционная зависимость урожайности от количественных признаков у сортов листового морфотипа была, как правило, не значимой, хотя в ряде случаев умеренная. Значимая положительная связь выявлена между урожайностью и массой 1000 семян в 2022 г. ($r = 0,46$), а также между урожайностью и устойчивостью к полеганию в среднем за 2 года ($r = 0,42$).

В условиях Свердловской области исследователи выявили зависимость продуктивности листовых форм

гороха от крупности семян, а у гороха безлисточкового морфотипа – от количества продуктивных узлов, бобов на растении и крупности семян, при этом коэффициент корреляции был не существенен на 5 % уровне значимости и варьировал от 0,46 до 0,51 [17], что сильно отличается от полученных нами результатов.

Выводы. В результате изучения коллекционных образцов гороха в условиях лесостепи Приобья по урожайности выделяются сорта безлисточкового морфотипа Trendy, Амулет,

Донец, Зерноградский усатый, Памяти Попова, Рыжик, Ягуар, превосходящие стандарт Русь (486,5 г/м²), на 163,8...267,1 г/м²; листового морфотипа g.0000783, SH 94-63-1-4-2, Рас-1098/8 и Фацет с превышением стандарта Новосибирец (434,3 г/м²) на 138,5...220,6 г/м².

Чешский сорт Trendy, кроме высокой урожайности, характеризовался высокой устойчивостью к полеганию (8 баллов), непродолжительным периодом от начала до полного созревания (5,5 сут.), большим количеством продуктивных ветвей (1,7), фертильных узлов (8,3), бобов (12,3) и семян с растения (55,9 шт.). Сорта Ягуар, Амулет, Рыжик и Донец формировали растение с высокой массой (11,5...14,6 г), количеством фертильных узлов (8,1...9,5 шт.), бобов (14,7...16,4 шт.) и семян (61,3...79,6 шт.). Сорт Памяти Попова, кроме урожайности, выделялся числом семян с растения (51,2 шт.).

Сортообразцы листовых морфотипов Рас-1098/8 и Фацет, кроме высокой урожайности, формировали более крупные, в сравнении со стандартом Новосибирец, семена с массой 1000 шт. – 198,8 и 251,3 г. Кроме того, линия Рас-1098/8 характеризовалась коротким периодом от начала до полного созревания (5,5 дн.), сорт Фацет отличался лучшей, чем у стандарта, устойчивостью к полеганию (7 баллов). Образец SH 94-63-1-4-2 (Болгария) имел высокую массу 1000 семян (227,0 г), формировал бобы с высокой озерненностью (4,7 шт.), созрел в короткие сроки (5,3 сут. от начала до полного созревания) и был более приспособлен к уборке (устойчивость к полеганию 6 баллов), чем стандарт Новосибирец.

Среди изученных сортообразцов безлисточковых морфотипов более высокую урожайность отмечали у ранних высокорослых с большой массой 1000 семян и зерна с растения, большим количеством семян в бобе и растении. У сортообразцов листовых морфотипов самыми значимыми для формирования урожайности признаками были скороспелость и устойчивость к полеганию.

Литература.

1. Kumari T., Deka S. C. Potential health benefits of garden pea seeds and pods: A review // *Legume Science*. 2021. Vol. 3. Article e82. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/leg3.82> (дата обращения: 18.07.2023). doi: 10.1002/leg3.82.
2. Ma Z., Boye J. I., Hu X. Nutritional quality and technofunctional changes in raw, germinated and fermented yellow field pea (*Pisum sativum* L.) upon pasteurization // *LWT-Food Science and Technology*. 2018. Vol. 92. P. 147–154. doi: 10.1016/j.lwt.2018.02.018.
3. Understanding the impact of moderate-intensity pulsed electric fields (MPEF) on structural and functional characteristics of pea, rice and gluten concentrates / S. Melchior, S. Calligaris, G. Bisson, et al. // *Food and Bioprocess Technology*. 2020. Vol. 13. No. 12. P. 2145–2155. doi: 10.1007/s11947-020-02554-2.
4. A perspective on pea allergy and pea allergens / S. L. Taylor, J. T. Marsh, S. J. Koppelman, et al. // *Trends in Food Science and Technology*. 2021. Vol. 116. P. 186–198. doi: 10.1016/j.tifs.2021.07.017.
5. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядунова Н. В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. Т. 26. № 2. С. 4–10. doi: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
6. Воскобулова Н. И., Верещагина А. С., Ураскулов Р. Ш. Структура урожайности зерна гороха в зависимости от нормы

- высева в степной зоне Оренбургского Предуралья // *Животноводство и кормопроизводство*. 2019. Т. 102. № 1. С. 164–172. doi: 10.33284/2658-3135-102-1-164.
7. Assessment of genetic variability, correlation and path coefficient for yield and yield contributing traits in field pea (*Pisum sativum* L. var. *arvense*) / D. Prasad, S. Nath, K. Yadav, et al. // *International Journal of Chemical Studies*. 2018. Vol. 6. No. 6. P. 2330–2333.
 8. Stability analysis of garden pea (*Pisum sativum* L.) genotypes under North Western Himalayas using joint regression analysis and GGE biplots / C. Rana, A. Sharma, K. C. Sharma, et al. // *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2021. Vol. 68. P. 999–1010. doi: 10.1007/s10722-020-01040-0.
 9. Zotikov V. I., Vilyunov S. D. Present-day breeding of legumes and groat crops in Russia // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021. Vol. 25. P. 381–387. doi: 10.18699/VJ21.041.
 10. Семенова Е. В., Проскурякова Г. И. Результаты изучения образцов гороха (*Pisum sativum* L.) из коллекции ВИР в Тамбовской области в 1995–2017 гг. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. Т. 37. № 1. С. 5–13. doi: 10.24412/2309-348X-2021-1-5-13.
 11. Sinjushin A., Semenova E., Vishnyakova M. Usage of morphological mutations for improvement of a garden pea (*Pisum sativum*): The experience of breeding in Russia // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. Article 544. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/3/544> (дата обращения: 18.07.2023). doi: 10.3390/agronomy12030544.
 12. Соболева Г. В., Зеленов А. А., Соболев А. Н. Характеристика образцов гороха морфотипа хамелеон по относительной засухоустойчивости // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. Т. 38. № 2. С. 38–44. doi: 10.24412/2309-348X-2021-2-38-44.
 13. Шакирзянова М. С., Шагаев Н. А. Результаты селекции гороха посевного в Ульяновском НИИСХ // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. Т. 46. № 2. С. 10–18. doi: 10.24412/2309-348X-2023-2-10-18.
 14. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: Пополнение, сохранение и изучение: методические указания / М. А. Вишнякова, И. В. Сеферова, Т. В. Буравцева и др. / 2-е издание, переработанное и дополненное. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 143 с.
 15. Сравнительная оценка сортов гороха по урожайности и устойчивости к болезням / А. А. Ярославцев, Л. А. Колчина, Т. И. Алексанина и др. // *Эпоха науки*. 2019. № 20. С. 108–115. doi: 10.24411/2409-3203-2019-12018.
 16. Экологическая оценка селекционного материала гороха в условиях Северного Зауралья / Т. Д. Бабушкина, А. А. Ярославцев, Т. И. Алексанина и др. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. Т. 45. № 1. С. 12–21. doi: 10.24412/2309-348X-2023-1-12-21.
 17. Особенности формирования урожайности семян зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Беларуси / Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалева, Н. Н. Зенькова и др. // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 4. С. 87–92.
 18. Ляхачева Л. И., Москалев А. В. Взаимосвязь элементов продуктивности у гороха с усатым и листочковым морфотипом // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 6. С. 15–19. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10603.
 19. Шукис С. К., Шукис Е. Р. Оценка коллекции гороха посевного в условиях Алтайского края // *Зерновое хозяйство России*. 2019. Т. 63. № 3. С. 48–52. doi: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-48-52.

References

1. Kumari T, Deka SC. Potential health benefits of garden pea seeds and pods: A review. *Legume Science* [Internet]. 2021 [cited 2023 Jul 18];3: Article e82. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/leg3.82>. doi: 10.1002/leg3.82.
2. Ma Z, Boye JI, Hu X. Nutritional quality and technofunctional changes in raw, germinated and fermented yellow field pea (*Pisum sativum* L.) upon pasteurization. *LWT-Food Science and Technology*. 2018;92:147-54. doi: 10.1016/j.lwt.2018.02.018.
3. Melchior S, Calligaris S, Bisson G, et al. Understanding the impact of moderate-intensity pulsed electric fields (MPEF) on structural and functional characteristics of pea, rice and gluten concentrates. *Food and Bioprocess Technology*. 2020;13(12):2145-55. doi: 10.1007/s11947-020-02554-2.
4. Taylor SL, Marsh JT, Koppelman SJ, et al. A perspective on pea allergy and pea allergens. *Trends in Food Science and Technology*. 2021;116:186-98. doi: 10.1016/j.tifs.2021.07.017.
5. Zotikov VI, Sidorenko VS, Gryadunova NV. [Development of grain legume production in the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2018;26(2):4-10. Russian. doi: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
6. Voskobulova NI, Vereshchagina AS, Uraskulov RSh. [Structure of pea grain yield depending on seeding rate in the steppe zone of the Orenburg Cis-Urals]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2019;102(1):164-72. Russian. doi: 10.33284/2658-3135-102-1-164.
7. Prasad D, Nath S, Yadav K, et al. Assessment of genetic variability, correlation and path coefficient for yield and yield contributing traits in field pea (*Pisum sativum* L. var. *arvense*). *International Journal of Chemical Studies*. 2018;6(6):2330-3.
8. Rana C, Sharma A, Sharma KC, et al. Stability analysis of garden pea (*Pisum sativum* L.) genotypes under North Western Himalayas using joint regression analysis and GGE biplots. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2021;68:999-1010. doi: 10.1007/s10722-020-01040-0.
9. Zotikov VI, Vilyunov SD. Present-day breeding of legumes and groat crops in Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25:381-7. doi: 10.18699/VJ21.041.
10. Semenova EV, Proskuryakova GI. [Results of studying pea (*Pisum sativum* L.) samples from the VIR collection in the Tambov region in 1995-2017]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021;37(1):5-13. Russian. doi: 10.24412/2309-348X-2021-1-5-13.
11. Sinjushin A, Semenova E, Vishnyakova M. Usage of morphological mutations for improvement of a garden pea (*Pisum sativum*): The experience of breeding in Russia. *Agronomy* [Internet]. 2022 [cited 2023 Jul 18];12: Article 544. Available from: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/3/544>. doi: 10.3390/agronomy12030544.
12. Soboleva GV, Zelenov AA, Sobolev AN. [Characteristics of pea samples of the chameleon morphotype in terms of relative drought resistance]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021;38(2):38-44. Russian. doi: 10.24412/2309-348X-2021-2-38-44.
13. Shakirzyanova MS, Shagaev NA. [Results of pea breeding at the Ulyanovsk Research Agricultural Institute]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023;46(2):10-8. Russian. doi: 10.24412/2309-348X-2023-2-10-18.
14. Vishnyakova MA, Seferova IV, Buravtseva TV, et al. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zemovykh bobovykh VIR: Popolnenie, sokhraneniye i izuchenie: metodicheskie ukazaniya [Collection of world genetic resources of grain legumes of VIR: Replenishment, conservation and study: guidelines]. 2nd rev. ed. St. Petersburg (Russia): VIR; 2018. 143 p. Russian.
15. Yaroslavtsev AA, Kolchina LA, Aleksanina TI, et al. [Comparative assessment of pea varieties for yield and disease resistance]. *Epokha nauki*. 2019;(20):108-15. Russian. doi: 10.24411/2409-3203-2019-12018.
16. Babushkina TD, Yaroslavtsev AA, Aleksanina TI, et al. [Ecological assessment of pea breeding material under the conditions of the Northern Trans-Urals]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023;45(1):12-21. Russian. doi: 10.24412/2309-348X-2023-1-12-21.
17. Lukashevich NP, Kovaleva IV, Zen'kova NN, et al. [Peculiarities of the seed yield formation of leguminous crops under the soil and climatic conditions of the northern zone of Belarus]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2020;(4):87-92. Russian.
18. Likhacheva LI, Moskaev AV. [The relationship between the productivity elements in pea of the leafless and leafy morphotypes]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021;35(6):15-9. Russian. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10603.
19. Shukis SK, Shukis ER. [Assessment of the pea collection under the conditions of the Altai Territory]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2019;63(3):48-52. Russian. doi: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-48-52.