

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ УРОЖАЙНОСТИ С МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

Л. И. Лихачева, Л. Б. Сергеева, А. В. Москалев

В Красноуфимском селекционном центре в период 2018–2020 гг. проводилось изучение новых источников селекционных признаков для увеличения генофонда исходного материала, необходимого для создания новых сортов гороха с ценными хозяйственными признаками: высокобелковость, устойчивость к полеганию, неосыпаемость семян, урожайность в условиях Среднего Урала. Изучаемая коллекция сортообразцов гороха состояла из образцов ВИГРР им. Н.И. Вавилова и перспективных сортов различных российских селекционных учреждений в количестве 127 номеров. По итогам трехлетнего изучения сортообразцов коллекции ВИР в различных погодных условиях выявлены номера гороха с высоким потенциалом урожайности, устойчивые к полеганию. Сортообразцы гороха усатого морфотипа: Премьер, Рокет, Астронавт, Альвеста, Мадонна, Оплот, Сотник показали высокую продуктивность по сравнению со стандартом от 5,7 до 12,7%. Превышение происходило за счет большей массы 1000 зерен и массы зерна с растения, а также большей озерненности бобов. Все изучаемые сортообразцы гороха усатого морфотипа имели гладкие семена, но благодаря устойчивости к полеганию это не повлияло на их урожайность. Среди сортообразцов гороха листочкового морфотипа наибольшую продуктивность показали более низкорослые сорта: Эдем, Таловец 65, Венец, Красноуфимский неосыпающийся и линия 13-24 (превышение от 5,1% до 16,9% к стандарту). Выделившиеся сортообразцы гороха листочкового морфотипа имели ген неосыпаемости семян (*def*), что говорит об их конкурентоспособности по сравнению с сортами с гладкими семенами. Данные сортообразцы могут быть использованы в качестве исходного материала при создании новых сортов гороха в условиях Среднего Урала.

Ключевые слова: селекция, продуктивность, сорт, сортоиспытание, горох посевной, коллекция, сорт, селекция, продуктивность.

Горох (*Pisum sativum* L.) – основная зернобобовая культура в нашей стране, широко возделываемая в различных почвенно-климатических условиях. Благодаря высокой пластичности, многообразию сортов, холодостойкости и скороспелости, горох имеет широкий ареал распространения [1, 2].

Посевные площади гороха посевного (по данным Росстата) в 2020 году были на уровне 1324,5 тыс. га (1,7%). За год они увеличились на 4,2% (на 66,1 тыс. га), за пять лет (2016–2020 гг.) – на 23,0% (на 246,8 тыс. га), за десять лет (2011–2020 гг.) – на 95,3% (на 643,1 тыс. га) [3].

Горох обладает целым рядом достоинств. Ценной биологической особенностью является сравнительно короткий вегетационный период и устойчивость к весенним заморозкам [4]. Вносит решающий вклад в азотный баланс наземных экосистем и агроценозов [5].

В последнее время селекционеров привлекает признак безлисточковости (*af*, *afila*), когда у растений гороха при отсутствии листочков наблюдается мощное развитие горизонтально расположенных усов при нормальном развитии прилистников. Интересны генотипы, имеющие неосыпающиеся семена (*def*, *development funiculus*) [6, 7]. Безлисточковые растения гороха с коротким стеблем сцепляются усом, обеспечивая высокую устойчивость к полеганию и возможность уборки прямым комбайнированием [8, 9, 10].

Для селекции необходимо иметь подробную характеристику исходного материала по длине вегетационного периода, продуктивности, элементам структуры урожая, особенностям развития вегетативных и генеративных органов. Важна информация по реакции сорта на температурный и водно-воздушный



режимы, требовательность к элементам почвенного питания, устойчивости к различным типам болезней и вредителей, устойчивости к полеганию, осыпанию и пригодности к механизированной уборке. Для селекции на урожайность представляют интерес образцы, имеющие высокую продуктивность семян с одного растения, озерненность и количество бобов на растении [11]. Поэтому главной задачей селекционера является поиск новых доноров и ценных источников для создания сортов, приспособленных к современным технологиям возделывания и условиям произрастания [12, 13, 10].

Условия и методика

Изучение коллекции гороха различного эколого-географического происхождения проводилось в Красноуфимском селекционном центре Уральского НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в 2018–2020 годах в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки: «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно-ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам (150) по теме: «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам». Коллекция сортообразцов гороха представлена образцами ВИГРР им. Н.И. Вавилова и перспективными сортами различных российских селекционных учреждений в количестве 127 номеров. Опыты были заложены на серой лесной почве стационарного севооборота с почвенной характеристикой: $pH_{\text{сол}}$ – 6,5; гидролитическая кислотность – 1,6 мг/100 г почвы; содержание гумуса 7,0%; легкогидролизующий азот – 113 мг/кг; обменный калий – 145 мг/кг; содержание фосфора – 251 мг/кг. Предшественник – занятый пар (рапс на сидерат). Применялась агротехника, общепринятая для зоны Среднего Урала. Семена высевались сеялкой ССФК-7 на делянках с учетной площадью 3 м², с нормой высева 120–150 зерен на 1 м². В качестве стандартов использовали сорт Марафон для листочковых форм и Красноуфимский 11 для усатых форм.

Фенологические наблюдения сделаны по фазам развития: всходы, цветение, восковая спелость. Глазомерную оценку общего состояния сортов провели в период цветения и перед уборкой. Проанализировано 15 элементов структуры урожая на 25 растениях, взятых со средних рядков каждой делянки. Уборка проводилась прямым комбайнированием комбайном «Nege-125». Урожай учитывался путем взвешивания зерна со всей делянки [2]. Содержание белка в зерне определяли в аналитической лаборатории Уральского НИИСХ по Кьельдалю. Учет поражения аскохитозом проводился в фазу молочно-восковой спелости согласно шкале, рекомендованной ВИР [14].

В период исследования с 2018-го по 2020 годы складывались благоприятные условия для роста и развития гороха. Гидротермический коэффициент в эти годы составил 1,5, 2,1 и 1,0 соответственно. За период вегетации в 2018 году выпало 264 мм осадков (на 5% выше среднегодовой), в 2019 году – 346 мм (на 38% выше среднегодовой) и в 2020 году 149 мм (на 24% ниже среднегодовой) (рис. 1). Температурный режим в 2018-м и 2019 годах находился на уровне среднегодового значения, в 2020 г. средняя температура была выше среднегодовой на 4,5 °С.

Результаты исследований

По результатам изучения коллекции гороха по продуктивности были выделены 7 сортообразцов гороха с усатым типом листа: Премьер (ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр), Рокет (Дания), Астронавт (Германия), Альвеста (ООО КВС Рус), Мадонна (Германия), Оплот (Украина), Сотник (ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр) и 5 сортообразцов гороха с листочковым типом листа: низкорослый сорт Эдем (Уральский НИИСХ) и линия 13–24 (Уральский НИИСХ), длинностебельные: Таловец 65 (ФГБНУ НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева), Венец (ФГБНУ ФИЦ Казанский научный центр РАН), Красноуфимский неосыпающийся (Уральский НИИСХ) (рис. 2).

По данным дисперсионного анализа были выявлены существенные различия между сортами, обусловленные влиянием среды (38%) и сортовых особенностей (30%) (табл. 1).

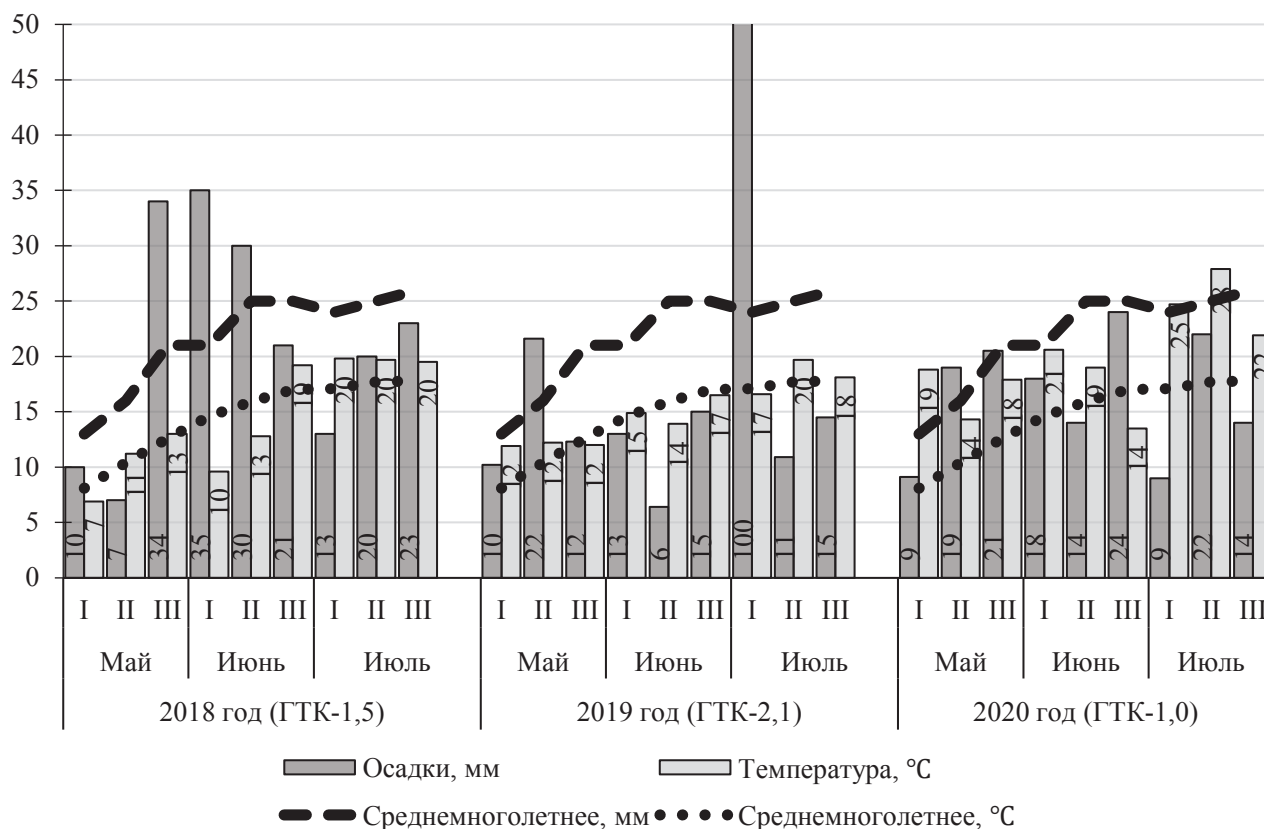


Рис. 1. Метеоусловия периода вегетации гороха (2018–2020 гг.)

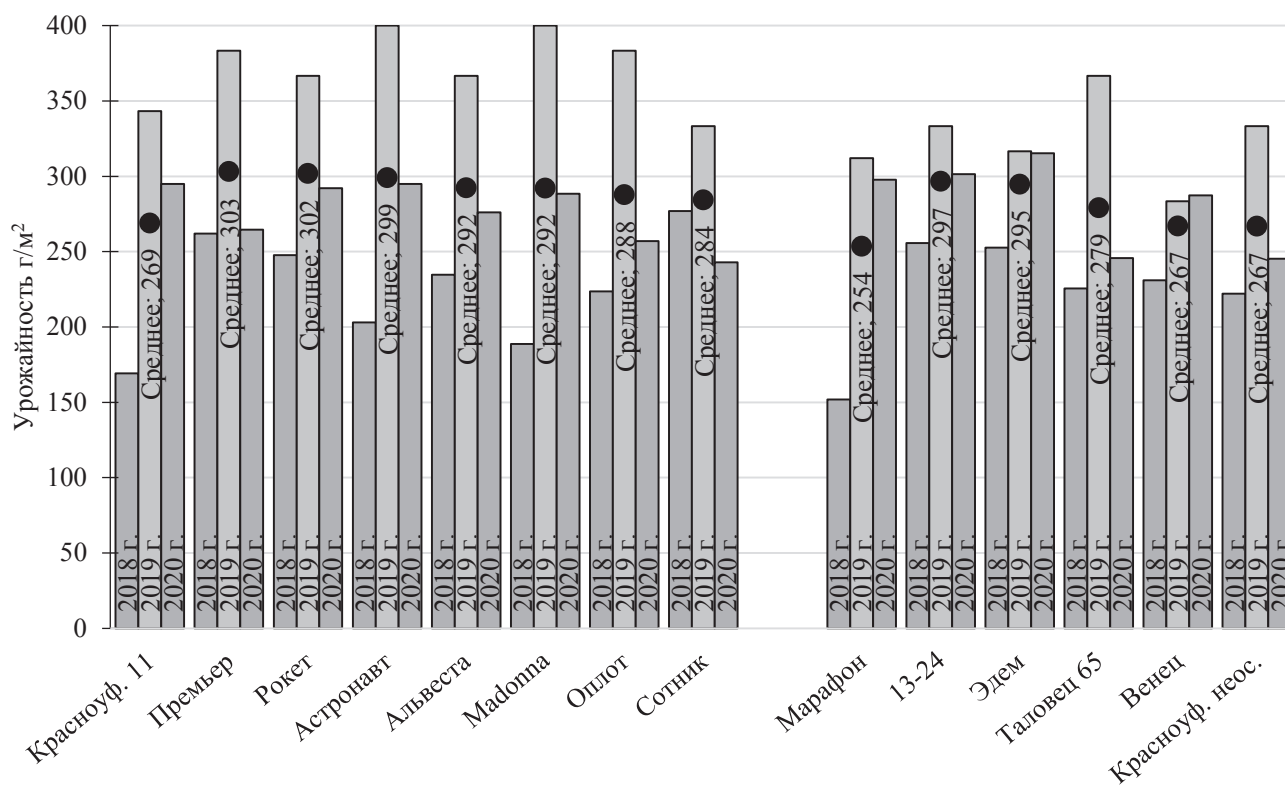


Рис. 2. Коллекционные сорта гороха, выделившиеся по урожайности семян 2018–2020 гг.



В связи с различными условиями года продуктивность гороха в коллекционном питомнике менялась от наименьшей в 2018 году до наибольшей в 2019 году. Характеристика сортообразцов, выделившихся по отношению к стандартам по продуктивности, представлена в таблице 2.

Минимальный диапазон отклонения по продуктивности за период исследования обнаружен у сортообразцов: Сотник (+49, -41 г/м²) усатого морфотипа, 13–24 (+37, -41 г/м²), Эдем

(+22, -42 г/м²), Венец (+20, -36 г/м²) листочкового морфотипа, что говорит об их способности выдавать стабильную продуктивность при различных погодных условиях.

Урожайность гороха с усатым типом листа варьировала от 284 до 303 г/м² и превышала стандарты на 5,7–12,7%. Наибольшую урожайность показал сорт Премьер (303 г/м²). Он меньше всех поражен аскохитозом и имел выше устойчивость к полеганию. Также показали высокую устойчивость к полеганию сорта

Таблица 1 – Данные дисперсионного анализа урожайности сортообразцов (среднее за 2018–2020 гг.)

Источники вариации	Сумма кв.	Степени свободы	Дисперсия	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{таб.005}}$	Доля влияния факторов, %
Общее	1 746 319,8	380				100
Среда	663 741,3	2				38,0
Сорт	527 035,8	126	4182,8	1,9	1,3	30,2
Сорт-среда	555 542,9	252	2204,5			31,8

Таблица 2 – Характеристика выделившихся сортообразцов коллекции гороха (среднее за 2018–2020 гг.)

Сортообразец	Число дней от всходов до созревания, дней	Урожайность, г/м ²	Диапазон отклонения от средней урожайности, г/м ²		± к стандарту, %	Аскохитоз, %	Устойчивость к полеганию, балл	Гены технологичности
Усатые								
Красноуфимский 11 (ст.)	81	269	-100	+74	-	13	4	def, af
Премьер	80	303	-41	+80	12,7	11	5	af
Рокет	81	302	-54	+65	12,2	14	4	af
Астронавт	80	299	-96	+101	11,2	13	5	af
Альвеста	78	292	-58	+74	8,6	14	4	af
Мадонна	79	292	-104	+108	8,6	15	4	af
Оплот	80	288	-64	+95	7,0	17	4	af
Сотник	80	284	-41	+49	5,7	13	5	af
Листочковые								
Марафон (ст.)	80	254	-102	+58	-	17	2	def
13–24	80	297	-41	+37	16,9	12	4	def
Эдем	78	295	-42	+22	16,2	12	3	
Таловец 65	81	279	-54	+87	10,1	17	2	def
Венец	78	267	-36	+20	5,3	15	2	def
Красноуфимский неосыпающийся	77	267	-45	+66	5,1	15	2	def
HCP ₀₅		13						

Астронавт и Сотник (по 5 баллов). По устойчивости к аскохитозу лучше всех показал себя сорт Премьер (11%), остальные были на уровне или выше стандарта. Все изучаемые сортообразцы гороха усатого морфотипа имели гладкие семена (af), но благодаря устойчивости к полеганию и возможности уборки прямым комбайнированием это не повлияло на их урожайность.

У сортообразцов гороха листочкового типа продуктивность составляла 267–297 г/м², что превышало стандарт Марафон на 5,1–16,9%. Выделившиеся сортообразцы имели лучшую устойчивость к аскохитозу (12–15% против 17% у стандарта), кроме сорта Таловец 65 (на уровне стандарта). По устойчивости к полеганию выделились сорт Эдем (3 балла) и линия 13–24 (4 балла). Представленные сортообразцы кроме сорта Эдем имели ген def (неосыпающиеся семена). В формирование урожайности листочковых сортов вносит большие коррективы низкая устойчивость к полеганию. Выделившиеся сортообразцы гороха листочкового морфо-

типа имели неосыпающиеся семена (def), что говорит об их высокой конкурентоспособности по сравнению с сортами с гладкими семенами.

По высоте растения гороха с усатым типом листа колебались в пределах 43,5–55,3 см (± 6 см от стандарта). По данным биометрического анализа (табл. 3), безлисточковые сорта Премьер, Астронавт, Альвеста, Мадонна и Оплот показали превышение продуктивности за счет большей массы 1000 семян (224, 224, 221, 212, 233 г соответственно), веса зерна с растения (2,6, 2,7, 2,5, 2,4, 3,4 шт. соответственно). Сорта Астронавт, Альвеста, Мадонна и Оплот имеют большее количество семян в бобе (4,0, 4,4, 4,3, 3,9 г соответственно). По количеству зерен на растении выделились сорта Астронавт и Оплот (13,9 и 19,1 шт. соответственно). У сорта Оплот выявлено наибольшее количество продуктивных узлов (3,6 шт.) и бобов на растении (4,9 шт.), и он также выделился по массе 1000 зерен (233 г) и массе семян с растения (3,4 г).

Сорта гороха листочкового типа варьировались по высоте от 45,4 до 73,9 см. Наиболь-

Таблица 3 – Элементы структуры урожая лучших коллекционных сортов гороха (2018–2020 гг.)

Сортообразец	Общая высота, см	Число продуктивных узлов, шт.	Число бобов, шт.		Число семян, шт.		Вес зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г
			на растении	на продуктивном узле	в бобе	на растении		
Усатые								
Красноуфимский 11	49,0	2,5	3,9	1,6	3,4	13,4	2,3	189
Премьер	51,8	2,4	3,8	1,6	2,9	11,5	2,6	224
Рокет	49,9	2,2	3,8	1,7	3,3	12,5	2,0	184
Астронавт	48,5	2,2	3,4	1,6	4,0	13,9	2,7	224
Альвеста	45,2	2,5	2,7	1,1	4,4	12,2	2,5	221
Мадонна	44,4	2,3	3,0	1,3	4,3	12,7	2,4	212
Оплот	55,3	3,6	4,9	1,4	3,9	19,1	3,4	233
Сотник	43,5	1,8	2,8	1,5	3,3	9,5	2,0	217
Листочковые								
Марафон	67,2	2,7	4,3	1,6	4,2	17,5	2,7	185
13–24	51,7	2,6	4,3	1,6	3,7	15,9	3,0	201
Эдем	45,8	3,0	4,7	1,6	4,1	18,9	2,6	168
Таловец 65	73,9	2,4	4,2	1,8	3,4	14,6	3,2	234
Венец	67,6	2,6	4,4	1,7	3,9	17,4	2,7	178
Красноуфимский неосыпающийся	64,6	2,4	4,0	1,7	3,1	12,8	2,5	210



шую продуктивность показали более низкорослые сортообразцы: линия 13–24 (51,7 см – 297 г/м²) и сорт Эдем (45,8 см – 295 г/м²).

У выделившихся листочковых сортообразцов коллекции урожайность также формировалась за счет разных элементов структуры продуктивности (табл. 3). По количеству зерен с растения среди листочковых сортов выделился горох Эдем (18,9 шт.). Линия 13–24 и сорт Таловец 65 показали лучшую продуктивность за счет веса зерна с растения (3,0 и 3,2 г соответственно) и массы 1000 зерен (201 и 234 г соответственно). Сорт Эдем имел большее число продуктивных узлов (3,0 шт.) и число бобов с растения (4,7 шт.). Сорта Таловец 65, Венец и Красноуфимский неосыпающийся имеют большее число бобов на продуктивном узле, чем стандарт (1,7–1,8 шт.).

Сорт Таловец 65 и линия 13-24 имеют наибольший выход зерна с одного растения (3,0, 3,2 г соответственно), что говорит об их высоком потенциале урожайности.

Выводы

Сортообразцы гороха усатого морфотипа Премьер, Рокет, Астронавт, Альвеста, Мадонна, Оплот, Сотник показали высокую продуктивность по сравнению со стандартом (превышение от 5,7 до 12,7%). По результатам биометрического анализа данных сортообразцов видно, что превышение их продуктивности происходило за счет большей массы 1000 зерен и массы зерна с растения, а также более высокой озерненности бобов.

Среди сортообразцов гороха листочкового морфотипа наибольшую продуктивность показали более низкорослые: сорт Эдем и линия 13-24; а также сорта Таловец 65, Венец и Красноуфимский неосыпающийся (превышение от 5,1 до 16,9% к стандарту). Сортообразцы данного типа показали превышение по продуктивности за счет различных элементов структуры урожайности, исходящих из сортовых особенностей. Общая озерненность бобов у всех сортообразцов оказалась ниже, чем у стандарта.

По итогу данного изучения сортообразцов гороха коллекции ВИГРР в проводимых при различных погодных условиях были выявлены сорта гороха с высокой потенциальной урожайностью, имеющие устойчивость к полеганию. Сорта Премьер, Рокет, Астронавт, Альвеста, Мадонна, Оплот, Сотник являются наиболее

ценными источниками гена af среди высокопродуктивных сортов.

Список литературы

1. Васякин Н. И. Селекция зернобобовых культур в Западной Сибири : дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 2003. 74 с.
2. Лихачева Л. И., Козионова Е. Г. Изучение коллекционного материала гороха в условиях Среднего Урала // Теория и практика мировой науки. 2017. № 6. С. 23–26.
3. Экспертно-аналитический центр «АБ-Центр». Режим доступа : www.ab-centre.ru.
4. Сортовая политика и технологии производства зерна на Среднем Урале // Уральский НИИСХ / под общ. ред. Н. Н. Зезина. Екатеринбург, 2008. С. 116–126.
5. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources // Plant Physiol. 2001. Bd. 127. P. 390–397.
6. Чураков А. А., Валиулина Л. И. Результаты и перспективы селекции гороха усатого морфотипа в Красноярском крае // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 24–26.
7. Кондыков И. В., Бобков С. В. Урожайность и качество зерна у сортов гороха с различным сочетанием рецессивных мутантных генов // Аграрная Россия. 2012. №8. С. 2–6. DOI: 10.30906/1999-5636-2012-8-2-6.
8. Фадеева А. Н. Основные достижения и направления селекции гороха в Татарском НИИСХ // Зернобобовые и Крупяные культуры. 2012. № 1. С. 65–68.
9. Семенов В. А. Современное состояние и направление развития исследований по селекции гороха на 2011–2015 гг. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. С. 46–50.
10. Омелянюк Л. В., Асанов А. М. Изучение сортообразцов гороха мировой коллекции вир в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2006. № 1 (161). С. 17–23.
11. Хабибуллин К. Н., Ашиев А. Р., Скулова М. В. Оценка адаптивности продуктивности растений коллекции гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1 (67). С. 30–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36.
12. Лихачева Л. И., Гималетдинова В. С. Результаты изучения коллекционного материала гороха в условиях Среднего Урала // IV Вавиловская международная конференция «Идеи

Н. И. Вавилова в современном мире» : тез. доклада. СПб., 2017.

13. Kosev V., Vasileva V., Kusvuran A. Orthogonal regressions of pea (*Pisum L.*) varieties // Turkish Journal Of Field Crops. 2018. № 23 (2). P. 159–166. DOI: 10.17557/tjfc.484985.

14. Методические указания по изучению устойчивости зерновых бобовых культур к болезням. Л., 1976. 125 с.

Лихачева Любовь Ивановна, старший научный сотрудник, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

Сергеева Людмила Борисовна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: uralniishoz@list.ru.

Москалев Алексей Викторович, научный сотрудник, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

* * *