

УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА И СБОР БЕЛКА ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

К. Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

М. В. Скулова, агроном лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, povolotskay68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимической, технологической агрохимической оценки качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Цель исследований – определить количественные и качественные показатели зерна образцов гороха посевного. Исследования проведены в южной зоне Ростовской области на полях в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2021–2023 годах. Объектами исследований служили 12 сортов и селекционных линий гороха посевного селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве стандарта использовали районированный сорт Аксайский усатый 5. Качественные характеристики гороха, такие как содержание белка в семенах и их разваримость, сильно зависят от условий окружающей среды и часто имеют негативную корреляцию с урожайностью зерна. Одна из целей в селекции гороха – изменить эту обратную зависимость между урожайностью и качеством зерна. Средняя урожайность сортов и линий в конкурсном сортоиспытании в среднем за годы исследований составила 3,66 т/га. Достоверно превысили стандарт Аксайский усатый 5 (3,46 т/га) сорта и линии: Г-1181 (4,17 т/га), Казак (4,02 т/га), АКМ (3,99 т/га), Г-1313 (3,80 т/га). Наибольшим содержанием белка (второй класс качества, 22,0–25,0 %) отличились образцы Аксайский усатый 5 (23,7 %), Скиф (24,4 %), Казак (23,1 %), АКМ (23,6 %), Г-1141 (24,3 %), Г-1172 (25,0 %), Г-1181 (22,3 %). Среднее значение развариваемости в исследованиях составило 75 мин. Минимальная продолжительность варки была у сортов Аксайский усатый 5 (63 мин), Скиф (63 мин) и линий Г-1234 (65 мин) и Г-1288 (70 мин). Коэффициент развариваемости в среднем за годы исследований составил 2,20 с варьированием от 1,92 до 2,61. Сбор белка в среднем за годы исследований был 0,85 т/га. Высокими показателями отличились сорта Казак (0,94 т/га), АКМ (0,93 т/га) и селекционные линии Г-1181 (0,93 т/га), Г-1313 (0,90 т/га). Максимальные значения сбора белка выявлены при максимальной урожайности (4,2–4,3 т/га) и содержании белка 23,5–24,0 %.

Ключевые слова: горох, сорт, линия, варибельность, урожайность, белок, разваримость, время варки.

Для цитирования: Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Кравченко Н. С. Урожайность, качество зерна и сбор белка образцов гороха посевного селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 3. С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-92-3-12-17.



PRODUCTIVITY, SEED QUALITY AND PROTEIN YIELD OF PEA SAMPLES DEVELOPED BY THE FSBSI “ARC “DONSKOY”

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

K. N. Khabibullin, junior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

M. V. Skulova, agronomist of the laboratory for legumes breeding and seed production, povolotskay68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The purpose of the current study was to determine the quantitative and qualitative indicators of seeds of pea samples. The study was carried out in the southern part of the Rostov region in the fields of the FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy” in 2021–2023. The objects of research were 12 pea samples developed by the ARC “Donskoy”. The zoned variety ‘Aksaisky Usaty 5’ was used as a standard. Quality characteristics of peas, such as protein percentage in seeds and their ability to boil soft, are highly dependent on environmental conditions and often have a negative correlation with seed productivity. One of the goals in pea breeding is to change this inverse correlation between productivity and seed quality. The mean productivity of the varieties and lines in the Competitive

Variety Testing through the years of study was 3.66 t/ha on average. The standard 'Aksai Usaty 5' (3.46 t/ha) was reliably exceeded by such varieties and lines as 'G-1181' (4.17 t/ha), 'Kazak' (4.02 t/ha), 'AKM' (3.99 t/ha), 'G-1313' (3.80 t/ha). The samples with the highest protein percentage (second quality class, 22.0–25.0 %) were 'Aksaysky Usaty 5' (23.7 %), 'Skif' (24.4 %), 'Kazak' (23.1 %), 'AKM' (23.6 %), 'G-1141' (24.3 %), 'G-1172' (25.0 %), 'G-1181' (22.3 %). The mean boiling time was 75 minutes. The minimum boiling time was 63 minutes for the varieties 'Aksaysky Usaty 5', 'Skif', 65 minutes for the line 'G-1234' and 70 minutes for the line 'G-1288'. The mean coefficient of the ability to boil soft over the years of study was 2.20, varying from 1.92 to 2.61. The mean protein yield over the years of study was 0.85 t/ha. The varieties 'Kazak' (0.94 t/ha), 'AKM' (0.93 t/ha) and breeding lines 'G-1181' (0.93 t/ha), 'G-1313' (0.90 t/ha) showed the best indicators. The maximum values of protein yield were identified at maximum productivity of 4.2–4.3 t/ha and 23.5–24.0% of protein in seeds.

Keywords: peas, variety, line, variability, productivity, protein, ability to boil soft, boiling time.

Введение. Проблема доступности продуктов питания и ликвидации белкового дефицита в мире достаточно актуальна. Источником низкого по себестоимости полноценного белка могут стать зернобобовые культуры, в том числе горох (Пахотина и др., 2020). Успешное увеличение производства качественных семян гороха зависит от селекции, которая является основным источником потенциала роста. В процессе создания новых сортов необходимо учесть их высокую продуктивность, устойчивость к вредителям и болезням, а также возможность использования современных технологий и удобство сбора урожая (Лихачева и Гималетдинова, 2019). Кроме этого, данная культура может обогащать почву азотом с помощью специальных ризобийных бактерий. Благодаря этому симбиозу бактерии помогают бобовым растениям получать дополнительный азот (Миннебаев и др., 2019). В последние годы достигнут значительный прогресс в селекции бобовых, что позволило создать новые сорта с повышенной урожайностью и адаптивностью к различным экологическим условиям. Но несмотря на эти достижения, нам по-прежнему необходимо улучшать существующие сорта и создавать новые, чтобы адаптироваться к постоянно меняющейся окружающей среде. Новые условия также требуют снижения затрат на производство, особенно в органическом и биодинамическом сельском хозяйстве, где производительность до сих пор остается проблемой (Georgieva and Kosev, 2020). В современном земледелии требуется поиск эффективных и экологически безопасных методов повышения урожайности культурных растений, которые позволят сохранить плодородие почвы, уравновесить кислотно-основной баланс, стимулировать деятельность полезных микроорганизмов и обеспечить долгосрочный эффект (Козлов и др., 2021).

В настоящее время в пищевой промышленности развитых стран мира наблюдается растущий интерес к гороху в качестве продукта. Популярность горохового белка обусловлена его легкой усвояемостью организмом, минимальным риском аллергических реакций и экологической чистотой производства. Горох представляет собой ценный источник пищевого белка и крахмала, безопасного для человека, идеально подходящего для устойчивого производства пищевых продуктов (Путина и др., 2018). Однако в сельском хозяйстве недостаток ценных пищевых сортов гороха является заметной проблемой. Это обусловлено

тем, что при разработке новых сортов гороха больше внимания уделяется увеличению урожайности, технологичности и устойчивости к внешним факторам. В то же время селекции на качество гороха уделяется меньше внимания, поскольку это трудоемкий и сложный процесс (Катюк, 2021; Кожухова, 2023). Одна из сложностей заключается в том, что качественные характеристики гороха, такие как содержание белка в семенах и их разваримость, сильно зависят от условий окружающей среды и часто имеют негативную корреляцию с урожайностью зерна. Одна из целей в селекции гороха – изменить эту обратную зависимость между урожайностью и качеством зерна. Научные исследования в этой области позволили выявить гены, ответственные за высокую продуктивность и качество семян. Создание ценных сортов гороха, которые будут полноценным источником экологически чистого питания со сбалансированным аминокислотным составом, является актуальной задачей, учитывая спрос на эту культуру на мировом рынке (Robinson et al., 2021; Агеева и др., 2022).

Цель исследований – определить количественные и качественные показатели зерна образцов гороха посевного.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенного в южной зоне Ростовской области, в 2021–2023 годах. Погодно-климатические условия проведения исследований характеризуются как полузасушливые. Почва представлена черноземом обыкновенным мощным карбонатным тяжелосуглинистым. Предшественник – озимая пшеница. Полевые исследования проведены согласно Методике полевого опыта (2012), биохимические анализы проведены согласно ГОСТ Р 54630-2011 (Горох кормовой. Технические условия), ГОСТ 10846-91 (Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка), Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. 1988).

Объектами исследований служили 12 образцов гороха посевного селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», высеянных в конкурсном сортоиспытании. В качестве стандарта использовали районированный сорт Аксайский усатый 5.

Посев проводили в третью декаду марта сеялкой центрального высева «Деметра»

с междурядьями 15 см и количеством рядков 7. Площадь делянки 15 м², повторность шестикратная. Уборку проводили при достижении полной спелости семян комбайном «Wintersteiger».

Статистическая обработка полученных результатов проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2014) и программой статистической обработки данных Statistica 10.

Метеорологические условия в годы исследований характеризовались сильной изменчивостью, что позволило объективно оценить линии гороха по изучаемым показателям.

В 2021 и 2023 гг. сформировались благоприятные условия за годы проведения исследований (табл. 1).

Таблица 1. Агрометеорологические условия в период вегетации гороха посевного (2021–2023 гг.)

Table 1. Weather conditions during the pea vegetation period (2021–2023)

Год	Месяц	Осадки, мм	Осадки среднеемноголетние, мм	Температура воздуха, °С	Температура среднеемноголетняя, °С	ГТК	ГТК среднеемноголетний
2021	Апрель	95,7	42,7	11,9	10,7	2,69	1,33
	Май	64,5	51,3	18,1	16,5	1,15	1,00
	Июнь	103,9	71,3	21,5	20,5	1,61	1,16
	Июль	24,6	57,7	26,7	23,1	0,30	0,81
	За вегетационный период	288,7	223,0	19,6	17,7	1,21	1,07
2022	Апрель	57,9	42,7	12,7	10,7	1,47	1,29
	Май	19,1	51,3	14,8	16,5	0,42	1,00
	Июнь	7,4	71,3	23,1	20,5	0,10	1,12
	Июль	55,8	57,7	23,7	23,1	0,76	0,81
	За вегетационный период	140,2	223,0	18,6	17,7	0,62	1,03
2023	Апрель	82,4	42,7	11,5	12,7	2,39	1,12
	Май	114,4	51,3	15,7	14,8	2,35	1,12
	Июнь	37,0	71,3	20,4	23,1	0,60	1,03
	Июль	51,7	57,7	23,7	23,7	0,70	0,79
	За вегетационный период	285,5	223,0	17,8	17,7	1,31	0,98

В 2021 г. вегетация гороха проходила при достаточном увлажнении и повышенном температурном фоне по сравнению со среднеемноголетними показателями. Однако в июле наблюдался дефицит осадков и высокие температуры, что привело к угнетению растений гороха. В 2022 г. наблюдались самые неблагоприятные условия за годы проведения исследований. Так, за весь вегетационный период выпало 140,2 мм осадков (среднеемноголетнее значение 223,0 мм) при средней температуре воздуха 18,6 °С (среднеемноголетнее – 17,7 °С). Только в апреле, в начальные фазы развития растений, выпало достаточно осадков для вегетации. В 2023 г. вегетация проходила при достаточном увлажнении (285,5 мм при среднеемноголетнем 223 мм) и пониженных температурах

воздуха. Первая половина вегетации в апреле и мае проходила при избыточном увлажнении и пониженных температурах, что привело к ее затягиванию. В то же время это позволило растениям заложить и завязать больше продуктивных завязей. Накопленные осадки, выпавшие в апреле и мае, позволили перекрыть дефицит осадков июня. В июне снижению потерь влаги от интенсивного испарения способствовали пониженные температуры (20,4 °С при среднеемноголетних 23,1 °С).

Результаты и их обсуждение. Средняя урожайность сортов и линий в конкурсном сортоиспытании в среднем за годы исследований составила 3,66 т/га и показателем урожайности у стандартного сорта Аксайский усатый 5 – 3,46 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность и качество семян сортов и перспективных линий гороха (среднее за 2021–2023 гг.)

Table 2. Productivity and quality of seeds of promising pea lines (mean in 2021–2023)

Сорт, линия	Урожайность		+ к стандарту, т/га	Содержание белка		Развариваемость		Коэффициент развариваемости		Сбор белка	
	т/га	Сv, %		%	Сv, %	мин	Сv, %		Сv, %	т/га	Сv, %
Аксайский усатый 5, st	3,46	27,1	–	23,7	7,5	63	9,1	2,22	4,2	0,81	23,6
Скиф	3,59	28,6	+0,13	24,4	3,1	63	9,1	2,09	6,0	0,87	26,7
Казак	4,02	25,6	+0,56	23,1	16,3	75	28,3	1,97	3,9	0,94	33,3
АКМ	3,99	22,0	+0,53	23,6	9,4	78	22,8	2,19	7,1	0,93	15,1
Г-1141	3,47	22,9	+0,01	24,3	10,5	83	12,9	2,35	6,6	0,84	22,5
Г-1172	3,46	30,3	0,0	25,0	6,3	75	9,4	2,35	6,0	0,87	36,2

Продолжение табл. 2

Сорт, линия	Урожайность		+ к стандарту, т/га	Содержание белка		Развариваемость		Коэффициент развариваемости		Сбор белка	
	т/га	Св, %		%	Св, %	мин	Св, %		Св, %	т/га	Св, %
Г-1181	4,17	34,6	+0,71	22,3	1,0	83	12,9	2,27	4,0	0,93	33,7
Г-1193	3,62	29,0	+0,16	20,8	3,1	80	8,8	2,15	4,3	0,75	26,0
Г-1228	3,62	28,4	+0,16	20,8	8,2	80	26,5	2,03	0,3	0,74	20,4
Г-1234	3,44	28,4	-0,02	22,7	10,2	65	10,9	2,16	2,6	0,77	18,5
Г-1288	3,62	41,7	+0,16	23,5	1,9	70	0,0	2,24	2,5	0,85	43,4
Г-1313	3,80	35,2	+0,34	24,1	7,7	80	17,7	2,37	14,3	0,90	27,9
Г-1315	3,37	34,3	-0,09	24,3	10,0	80	35,4	2,24	14,2	0,80	24,8
Среднее	3,66	29,8	—	23,3	7,3	75	15,7	2,20	5,9	0,85	27,1
НСР ₀₅	—	—	0,265	—	—	—	—	—	—	—	—
Стандартное отклонение	—	—	—	1,32	—	7,4	—	0,123	—	0,068	—

Достоверно превысили стандарт по урожайности сорта и линии Г-1181 (4,17 т/га), Казак (4,02 т/га), АКМ (3,99 т/га), Г-1313 (3,80 т/га).

Содержание белка в среднем за годы исследований составило 23,3 % с варьированием от 20,8 до 25,0 % и коэффициентом вариации 5,7 %. Согласно ГОСТ Р 54630–2011 (Горох кормовой. Технические условия) к первому классу (более 25,0 %) не отнесен ни один образец. Ко второму классу (22,0–25,0 %) отнесены сорта и линии Аксайский усатый 5 (23,7 %), Скиф (24,4 %), Казак (23,1 %), АКМ (23,6 %), Г-1141 (24,3 %), Г-1172 (25,0 %), Г-1181 (22,3 %).

Для снижения экономических затрат при использовании зерна гороха на пищевые и кормовые цели важен такой показатель, как «время варки», или «развариваемость». Чем оно меньше, тем ниже расходы на энергоносители. Среднее значение развариваемости в исследованиях составило 75 мин. Минимальную продолжительность варки имели образцы Аксайский усатый 5 (63 мин), Скиф (63 мин), Г-1234 (65 мин) и Г-1288 (70 мин). У остальных она составила от 75 до 83 мин.

Немаловажным показателем является показатель «коэффициент развариваемости» при производстве готовых кормов для животных. Чем он выше, тем больше готового корма возможно получить с единицы сухого зерна гороха. Данный показатель в среднем за годы

исследований составил 2,20 с варьированием от 1,97 (Казак) до 2,37 (Г-1313).

Одним из главных показателей для гороха как представителя бобовых культур, которые всегда отвечают за белковую составляющую при производстве кормов, является сбор белка. В среднем за годы исследований было получено 0,85 т/га белка с урожаем. Достоверно (0,068 т/га) стандартный сорт Аксайский усатый 5 (0,81 т/га) превысили сорта Казак (0,94 т/га), АКМ (0,93 т/га) и селекционные линии Г-1181 (0,93 т/га), Г-1313 (0,90 т/га).

Оценивая урожайность и качество семян гороха по вариабельности, можно отметить, что они имели разный уровень варьирования. Наиболее стабильными (вариабельность менее 10 %) были содержание белка в семенах гороха (7,3 %) и коэффициент развариваемости (5,9 %). Среднюю вариабельность показало время варки и составило 15,7 %. Наибольшую вариабельность в исследованиях показали урожайность семян гороха и сбор белка (29,8 и 27,1 %), что свидетельствует о высокой их подверженности влиянию условий возделывания.

В ходе проведения исследований возник вопрос, насколько зависимы исследуемые показатели друг от друга. Результаты корреляционных связей представлены в таблице 3.

Таблица 3. Корреляция урожайности и показателей качества семян гороха (2021–2023 гг.)
Table 3. Correlation between productivity and quality of pea seeds (2021–2023)

Показатель	Содержание белка, %	Развариваемость, мин	Коэффициент развариваемости	Сбор белка, т/га
Урожайность, т/га	-0,29+0,29	0,44+0,27	-0,13+0,30	0,72**+0,21
Содержание белка, %	—	-0,23+0,29	0,53*+0,23	0,44+0,27
Развариваемость, мин	—	—	0,27+0,29	0,21+0,29
Коэффициент развариваемости	—	—	—	0,23+0,29

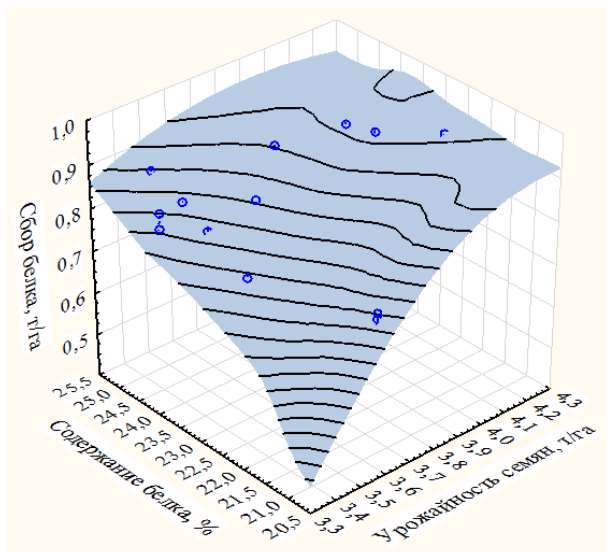
Примечание. * – достоверно на 5%-м уровне; ** – достоверно на 1%-м уровне.

Положительная средняя зависимость наблюдается между содержанием белка и коэффициентом развариваемости ($r = 0,53$). Чем больше содержание белка в семенах гороха, тем выше коэффициент развариваемости. А достоверная положительная высокая корреляция наблюдается между урожайностью

и сбором белка ($r = 0,72$). При этом влияние содержания белка на сбор белка было на среднем уровне (0,44), но достоверность незначима ($p = 0,132$).

Основное преимущество зернобобовых культур – высокое содержание белка в зерне. И максимальный сбор белка с единицы площа-

ди – одна из главных задач. Поэтому, с учетом высокой корреляции сбора белка с урожайностью и средней с содержанием белка, для более детального определения сбора белка была составлена гистограмма (см. рис.).



Сбор белка в зависимости от урожайности зерна и содержания белка в зерне гороха посевного (среднее за 2021–2023 гг.)

Protein yield depending on grain productivity and protein percentage in pea seeds (mean in 2021–2023)

На иллюстрации видно, что с увеличением урожайности прослеживается повышение сбора белка. То же наблюдается и с содержанием белка. Имеется только небольшой уча-

сток, где прослеживается снижение сбора белка при повышении урожайности более 4,0 т/га и повышении содержания белка более 24,0 %. Максимальные значения сбора белка выявлены при максимальной урожайности (4,2–4,3 т/га) и содержании белка 23,5–24,0 %.

Выводы. Различные агрометеорологические условия в годы проведения исследований позволили определить вариабельность признаков. С наименьшей вариабельностью были содержание белка в семенах гороха (7,3 %) и коэффициент разваримости (5,9 %), средней – время варки (15,7 %) и высокой – урожайность семян (29,8 %) и сбор белка (27,1 %).

Высокой урожайностью отличились сорта Казак (4,02 т/га), АКМ (3,99 т/га) и линии Г-1181 (4,17 т/га), Г-1313 (3,80 т/га).

Высокое содержание белка имели сорта Аксайский усатый 5 (23,7 %), Скиф (24,4 %), Казак (23,1 %), АКМ (23,6 %) и линии Г-1141 (24,3 %), Г-1172 (25,0 %), Г-1181 (22,3 %).

Минимальное время варки требовалось образцам Аксайский усатый 5 (63 мин), Скиф (63 мин), Г-1234 (65 мин) и Г-1288 (70 мин).

Сбор белка с гектара с максимальными значениями был получен у сортов Казак (0,94 т/га), АКМ (0,93 т/га) и селекционных линий Г-1181 (0,93 т/га) и Г-1313 (0,90 т/га).

Положительная средняя связь наблюдалась между содержанием белка и коэффициентом развариваемости ($r = 0,53$). Положительная высокая корреляция была между урожайностью и сбором белка ($r = 0,72$).

Максимальные значения сбора белка выявлены при максимальной урожайности (4,2–4,3 т/га) и содержании белка 23,5–24,0 %.

Библиографические ссылки

1. Агеева П.А., Почутин Н.А., Громова О.М., Зайцева Н.М. Люпин узколистый – результаты изучения сортов и сортообразцов по адаптивности и комплексу хозяйственно-биологических признаков // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. Т. 23, № 2. С. 211–220. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.211-220
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Катюк, А.И. Формирование белка и пищевые достоинства перспективных линий гороха в лесостепи Среднего Поволжья // *Аграрный вестник Урала*. 2021. № 12 (215). С. 41–49. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-41-49
4. Кожухова, Е.В. Адаптивные показатели элементов продуктивности образцов гороха с разной длиной стебля // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 7. С. 103–110. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-103-110
5. Козлов А.В., Куликова А.Х., Уромова И.П. Подвижность силикатов, показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, биоаккумуляция кремния и продуктивность сельскохозяйственных культур под действием цеолита // *Сельскохозяйственная биология*. 2021. Т. 56, № 1. С. 183–198. DOI: 10.15389/argobiology.2021.1.183rus
6. Лихачева Л.И., Гималетдинова В.С. Перспективные сорта гороха селекции Красноуфимского селекционного центра // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33, № 6. С. 30–32. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10607
7. Миннебаев Л.Ф., Кузина Е.В., Рафикова Г.Ф., Чанышев И.О., Логинов О.Н. Продуктивность бобово-ризобиального комплекса под влиянием ростстимулирующих штаммов микроорганизмов // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54, № 3. С. 481–493. DOI: 10.15389/argobiology.2019.3.481rus
8. Пахотина И.В., Омелянюк Л.В., Игнатъева Е.Ю., Асанов А.М. Особенности формирования содержания белка в зерне гороха в условиях Западной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 10. С. 60–67.
9. Путина О.В., Бобков С.В., Вишнякова М.А. Углеводный состав семян и его связь с другими селекционно значимыми признаками у овощного гороха (*Pisum sativum* L.) в условиях Краснодарского края // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53, № 1. С. 179–188.
10. Georgieva N., Kosev V. Оптимальные параметры модельных сортов кормовых бобов (*Vicia faba* L.) для центральной части Дунайской равнины, Болгария // *Сельскохозяйственная биология*. 2020. Т. 55, № 3. С. 544–551. DOI: 10.15389/argobiology.2020.3.544rus

11. Robinson G.H. J., Domoney C. Perspectives on the genetic improvement of health- and nutrition-related traits in pea. // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021. Vol. 158. P. 353–362. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.11.020

References

1. Ageeva P.A., Pochutina N.A., Gromova O.M., Zaitseva N.M. Lyupin uzkolistnyi – rezul'taty izucheniya sortov i sortobraztsov po adaptivnosti i kompleksu khozyaistvenno-biologicheskikh priznakov [Angustifolia lupine and study results of the varieties and variety samples according to adaptability and a complex of economic and biological traits] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2022. T. 23, № 2. S. 211–220. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.211-220
2. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Al'yans. 2014. 352 s.
3. Katyuk, A.I. Formirovanie belka i pishchevye dostoinstva perspektivnykh linii gorokha v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Protein formation and nutritional merits of promising pea lines in the forest-steppe of the Middle Volga region] // *Agrarnyi vestnik Urala*. 2021. № 12 (215). S. 41–49. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-41-49
4. Kozhukhova, E.V. Adaptivnye pokazateli elementov produktivnosti obraztsov gorokha s raznoi dlinoi steblya [Adaptive indicators of productivity elements of pea samples with different stem lengths] // *Vestnik KrasGAU*. 2023. № 7. S. 103–110. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-103-110
5. Kozlov A.V., Kulikova A. Kh., Uromova I.P. Podvizhnost' silikatov, pokazateli plodorodiya dernovo-podzolistoi pochvy, bioakkumulyatsiya kremniya i produktivnost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pod deistviem tseolita [Mobility of silicates, indicators of fertility of soddy-podzolic soil, bioaccumulation of silicon and productivity of agricultural crops under the influence of zeolite] // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2021. T. 56, № 1. S. 183–198. DOI: 10.15389/argobiology.2021.1.183rus
6. Likhacheva L.I., Gimaletdinova V.S. Perspektivnye sorta gorokha selektsii Krasnoufimskogo selektsionnogo tsentra [Promising pea varieties developed at the Krasnoufimsky Breeding Center] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019. T. 33, № 6. S. 30–32. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10607
7. Minnebaev L.F., Kuzina E.V., Rafikova G.F., Chanyshv I.O., Loginov O.N. Produktivnost' bobovo-rizobial'nogo kompleksa pod vliyaniem roststimuliruyushchikh shtammov mikroorganizmov [Productivity of the legume-rhizobium complex under the effect of growth-stimulating strains of microorganisms] // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2019. T. 54, № 3. S. 481–493. DOI: 10.15389/argobiology.2019.3.481rus
8. Pakhotina I.V., Omel'yanyuk L.V., Ignat'eva E.Yu., Asanov A.M. Osobennosti formirovaniya soderzhaniya belka v zerne gorokha v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Features of protein formation in pea grains in Western Siberia] // *Vestnik KrasGAU*. 2020. № 10. S. 60–67.
9. Putina O.V., Bobkov S.V., Vishnyakova M.A. Uglevodnyi sostav semyan i ego svyaz' s drugimi selektsionno znachimymi priznakami u ovoshchnogo gorokha (*Pisum sativum* L.) v usloviyakh Krasnodarskogo kraia [Carbohydrate composition of seeds and its correlation with other breeding significant traits of vegetable peas (*Pisum sativum* L.) in the conditions of the Krasnodar Krai] // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2018. T. 53, № 1. S. 179–188.
10. Georgieva N., Kosev V. Optimal'nye parametry model'nykh sortov kormovykh bobov (*Vicia faba* L.) dlya tsentral'noi chasti Dunaiskoj ravniny, Bolgariya [Optimal parameters of model broad bean cultivar (*Vicia faba* L.) for the central part of the Danube Plain, Bulgaria] // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2020. T. 55, № 3. S. 544–551. DOI: 10.15389/argobiology.2020.3.544rus
11. Robinson G.H. J., Domoney C. Perspectives on the genetic improvement of health- and nutrition-related traits in pea. // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021. Vol. 158. P. 353–362. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.11.020

Поступила: 19.03.24; доработана после рецензирования: 06.04.24; принята к публикации: 25.04.24.

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. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Кравченко Н. С. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.