

Научная статья
УДК 664.6/7:633.35(571.1)
doi: 10.28983/asj.y2022i7pp27-31

Перспективные селекционные линии зернового гороха как источники новых сортов

Оксана Алексеевна Майстренко

Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН, г. Самара, Россия
e-mail: samniis@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили в 2016–2020 гг. на опытном поле Самарском НИИСХ – филиал СамНЦ РАН. Объектом исследований были перспективные линии гороха селекции Самарского НИИСХ. Цель исследования – оценить линии по урожайности и качеству семян, устойчивости к полеганию, адаптивности к условиям среды и выявить лучшие для передачи на государственное сортоиспытание. Опыты, учеты и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам. Агротехника гороха в опыте обычная, принятая в Самарской области. Климатические условия за время испытания линий были разными. По гидротермическому коэффициенту их можно оценить как увлажненные (2017 г.), сухие (2016, 2018, 2019 гг.) и очень засушливые (2020 г.). Исследованиями установлено сильное влияние на урожайность линий условий года. Вклад метеорологических условий в варьирование урожайности зерна составил 80 %. За годы испытаний урожайность зерна линий была выше либо на уровне сорта стандарта Самариус. В среднем уровень урожайности линий составил от 3,05 до 3,36 т/га, что на 0,10–0,41 т/га выше стандарта. По совокупности показателей адаптивности (b_p , СЦГ) выделились линии Кт6358 и Б3737/2-2. Устойчивость к полеганию у всех линий была высокой, на уровне 82–89 %, тогда как у стандарта она была низкой – 57 %. Ценной по качеству семян оказалась линия Б3737/2-2. Содержание белка у нее составило 25,2 %, время варки семян – 116 мин, коэффициент разваримости – 2,5 ед., вкус вареных семян – 5 баллов. В создании линии участвовали сорта Флагман 10 и Фокор с высоким качеством, устойчивостью к стрессовым условиям среды, а также сорт Тауго с высокой семенной продуктивностью. За высокие показатели важных хозяйственных признаков линия Б3737/2-2 была передана в 2021 г. на государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: сорт; горох; адаптивность; продуктивность; качество; устойчивость к полеганию; белок; разваримость.

Для цитирования: Майстренко О. А. Перспективные селекционные линии зернового гороха как источники новых сортов // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 27–31. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp27-31>.

AGRONOMY

Original article

Promising breeding lines of grain peas as sources of new varieties

Oksana A. Maistrenko

Samara Federal Research Scientific Center RAS, Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N.M. Tulaykov, Samara, Russia.
e-mail: samniis@mail.ru

Abstract. The studies were carried out in 2016–2020 at experimental field of the Samara Scientific Research Agriculture Institute - a branch of the Samara Federal Research Scientific Center RAS. The object of research was promising pea lines of selection of the Samara Scientific Research Agriculture Institute. The aim of the study was to evaluate the lines on the yield and quality of seeds, resistance to lodging, adaptability to environmental conditions and to identify the best lines for transfer to state variety testing. Experiments, counts and observations were carried out according to generally accepted methods. The agrotechnology of peas in the experience is the usual accepted in the Samara region. The climatic conditions during the testing of the lines were different. According to the hydrothermal coefficient, the years of research can be estimated as humid (2017), dry (2016, 2018, 2019) and very dry (2020). A strong influence of the conditions of the year on the yield of lines was established. The contribution of meteorological conditions to the variation in grain yield was 80 %. Over the years of testing, the grain yield of the lines was either higher at the level of the “Samarius” standard variety. On average, the yield of the lines ranged from 3.05 to 3.36 t/ha, which is 0.1–0.41 t/ha higher than the standard. By the complex of adaptability indicators (b_p , BVG – breeding value of the genotype), the lines Kt6358 and B3737/2-2 were distinguished. Lodging resistance for all lines was high, at the level of 82–89 %, while in the standard it was low, 57 %. The B3737/2-2 line with a protein content of 25.2 %, a seed cooking time of 116 minutes, a cooking property coefficient of 2.5 units and a cooked grains taste of 5 points turned out to be valuable in terms of seed quality. The pedigree of the line included “Flagman 10” and “Fokor” varieties with high quality, resistance to stressful environmental conditions, as well as “Taugo” variety with high seed productivity. Line B3737/2-2 was transferred in 2021 for state variety testing due to the high indicators of important economic characteristics.

Keywords: variety; pea; adaptability; yield; quality; lodging resistance; protein; cooking property.

For citation: Maistrenko O.A. Promising breeding lines of grain peas as sources of new varieties // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(7): 27–31. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp27-31>.

Введение. Поволжский регион является крупным производителем гороха, занимая по валовому сбору зерна до 20 % рынка и более. Здесь горох среди других зернобобовых культур (нут, соя, чечевица и др.) выделяется большей урожайностью зерна и сбором белка с гектара посева. Аналогичная картина наблюдается и в Самарской области, где горох по урожайности зерна превышает нут на 1,2 ц/га, сою на 2,1 ц/га и чечевицу на 1,2 ц/га [8].

За последние 20 лет урожайность гороха увеличилась на 15–20 % за счет выведения и внедрения в сельскохозяйственное производство сортов, более пригодных для машинной уборки [2, 3]. Используя различные методы в селекции (гибридизация, мутагенез) селекционерам удалось внедрить в высокопродуктивные сорта гороха гены (*def*, *le*, *deh*, *af*), контролирующие укороченность междоузлий растения, неосыпаемость семян, детерминантный тип роста стебля, усатый тип листа [3, 4]. На основе этих генов были созданы высокотехнологичные пригодные к машинной уборке сорта гороха: Флагман 10, Флагман 12, Казанец, Ватан, Фараон, Батрак, Мультик и др.





Заметное потепление климата на планете и его аридизация в Поволжском регионе создают препятствие для реализации потенциала урожайности зерна у возделываемых здесь сортов гороха.

Экстремально высокие температуры в разные периоды вегетации культуры и по годам, засухи и в связи с этим обострившийся инфекционный и вредный энтомологический фон снижают урожайность зерна и его качество. Поэтому возникает необходимость в создании сортов с высокой адаптивностью к экстремальным условиям региона [5, 9, 10].

Не менее важным вопросом в селекции гороха является качество зерна [11, 12]. Проблема дефицита белка в питании человека даже в XXI веке остается не решенной [1, 7]. Сорта гороха с высокими пищевыми достоинствами пока недостаточно, поэтому селекция в этом направлении является актуальной, как и селекция на адаптивность.

Цель исследования – оценить перспективные линии зернового гороха питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) по урожайности, адаптивности и качеству зерна для создания новых сортов, пригодных к выращиванию в условиях лесостепи Средневолжского региона.

Методика исследований. Исследования проводились в Самарском НИИСХ в 2016–2020 гг. Испытывались четыре перспективные линии зернового гороха, в том числе Б3583/11, Б3729/12 и Б3737/2-2 собственной селекции и Кт6358 селекции Татарского НИИСХ. Испытание линии Кт6358 проходило в рамках совместной научной программы «Экада 2», цель которой – экологическое испытание перспективного селекционного материала для создания сортов гороха с высокой урожайностью и экологической стабильностью в Средневолжском регионе. Все линии относятся к усатому типу с укороченными междоузлиями. Стандартом служил сорт Самариус, утвержденный Госсортокомиссией по Самарской области.

Предшественником для гороха был овес. Агротехника в опыте обычная, принятая для условий Самарской области.

Почва опытного участка чернозем обыкновенный среднесуглинистый, малогумусный (3,4 %). Кислотность почвы ближе к нейтральной, pH солевой вытяжки – 6,5. Количество легкогидролизуемого азота (по Кьельдалю) в слое почвы 100 см варьировало по годам от 55 до 65 мг/кг, подвижных фосфатов (по Чирикову) – от 175 до 200 мг/кг, объемного калия (по Масловой) – от 150 до 190 мг/кг.

Площадь делянки 21 м², повторность пятикратная, размещение вариантов в повторениях рендомизированное. Посев проводили сеялкой СН10Ц, с нормой высева семян 1,2 млн всхожих зерен на гектар. Уборку линий проводили комбайном Винтерштайгер Classic. Урожай учитывали сплошным методом – со всей делянки.

Закладка опытов, наблюдения, учеты и анализы проводились по общепринятым методикам. Биохимические и пищевые анализы проводились в лаборатории технологии зерна и массовых анализов института. Дисперсионный анализ урожайности зерна, генотип-средовую оценку линий методом регрессионного анализа проводили на компьютере с использованием пакета программ «AGROS 2.13». Экологическую адаптивность линий оценивали по методике А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылевой [6].

Погодные условия за годы исследований (2016–2020 гг.) различались контрастом температур и осадков (табл. 1).

Обильным по осадкам за вегетацию гороха был 2017 г. В этом году выпало на 47 мм осадков больше многолетнего значения (132,2 мм). Среднесуточная температура воздуха была на уровне многолетней нормы и составила 17,5 °С. По гидротермическому коэффициенту, который составил 1,1, период вегетации 2017 г. характеризовался как слабозасушливый. В остальные годы период вегетации гороха по ГТК характеризовался как очень засушливый (2020 г.) и сухой (2016, 2018, 2019 гг.).

В 2020 г. выпало на 69,5 мм осадков меньше многолетней нормы, а среднесуточная температура воздуха была выше многолетнего значения на 1,1 °С. В 2016 г. за период вегетации культуры выпало на 95,8 мм осадков меньше многолетнего значения, а среднесуточная температура воздуха была выше многолетнего значения на 1,9 °С. В 2018 г. соответственно – 93,7 мм и 2,4 °С; в 2019 г. – 109,2 мм и 2,1 °С.

Результаты исследований. Изучение линий показало, что на их урожайность сильное влияние оказали климатические условия. Дисперсионный анализ позволил выявить достоверные различия на 5%-м уровне значимости по фактору год и взаимодействию год × сорт. Доля изменчивости урожайности линий по фактору год составила 86 %, по фактору сорт – 4 %, по взаимодействию факторов – 10 %.

Разработано множество методов оценки адаптивности селекционного материала, каждый из которых имеет определенные преимущества и недостатки. Поэтому для оценки используют те методы, которые наиболее адекватно отражают биологическую сущность изучаемого объекта. Как правило, используют несколько широко апробированных методик. В научных работах часто при оценке селекционного материала на адаптивность используют метод регрессионного анализа, предложенный S.A. Eberhart и W.A. Russell, а также метод оценки общей и специфической

Таблица 1

Метеорологические условия периода вегетации гороха по данным Безенчукской метеостанции

Год	Средняя температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	ГТК	Оценка периода вегетации по ГТК
2016	19,1	36,4	0,3	Сухой
2017	17,5	179,2	1,1	Слабозасушливый
2018	19,6	38,5	0,3	Сухой
2019	19,3	23,0	0,2	Сухой
2020	18,3	62,7	0,5	Очень засушливый
Многолетнее (III декада апреля – III декада июля)	17,2	132,2	-	-

адаптивной способности, предложенный А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой. Оценка линий по этим методикам позволила нам определить их агротип и ареал возделывания в будущем в качестве новых сортов.

Отзывчивость генотипов на агроэкологические условия среды выращивания характеризует коэффициент регрессии (b_i). Если его значение больше единицы, то генотип с таким значением хорошо отзывается на улучшение условий среды и относится к интенсивному агротипу. В нашем опыте коэффициент регрессии больше единицы был у линии Б3729/12 (табл. 2).

Линия Б3729/12 в слабозасушливом 2017 г. имела максимальную урожайность зерна в опыте (5,11 т/га) и превышала стандарт Самариус на 1,42 т/га. Однако в сухие годы урожайность зерна линии сильно снижалась, достигая минимального значения – 2,16 т/га (2018 г.), но при этом была на уровне урожая стандарта.

Коэффициент регрессии меньше единицы характеризует слабую отзывчивость генотипа на улучшение среды выращивания. Сорта с таким значением коэффициента считаются экстенсивными и пригодны для выращивания в определенных агроклиматических условиях. Коэффициенты регрессии меньше единицы были у линии Б3583/11 ($b_i = 0,83$) и у стандарта Самариус ($b_i = 0,88$). Урожайность зерна линии за годы испытаний варьировала от 2,27 до 3,80 т/га и в среднем составила 3,05 т/га, что на 0,1 т/га выше стандарта Самариус.

Коэффициенты регрессии, близкие к единице, были у линий Б3737/2-2 ($b_i = 0,94$) и Кт6358 ($b_i = 0,95$). Генотипы с таким значением коэффициента регрессии относятся к полунтенсивному агротипу. Их урожайность достаточно высока в любых условиях выращивания.

За годы наблюдений линия Б3737/2-2 достоверно превышала стандарт Самариус по урожайности в 2016 г. на 0,38 т/га, в 2019 г. – на 0,69 т/га, в 2020 г. – на 0,57 т/га и не уступала стандарту в остальные годы. Средняя урожайность зерна линии составила 3,28 т/га. Средняя урожайность зерна линии Кт6358 составила 3,19 т/га, что на 0,24 т/га выше стандарта. За годы испытаний линия достоверно превышала стандарт в 2017 г. на 0,39 т/га, в 2019 г. – на 0,44 т/га, не уступая по урожаю стандарту в остальные годы.

Сорта с высоким уровнем урожайности зерна и стабильностью формирования ее по годам, как правило, занимают обширный ареал возделывания. Для отбора таких генотипов А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой предложен критерий оценки, позволяющий объединить два параметра адаптивности, ОАС (общая адаптивная способность) и САС (специфическая адаптивная способность), в один – СЦГ (селекционная ценность генотипа). Максимально возможные значения данного параметра характеризуют высокую адаптивность генотипа. Лучшими по СЦГ были линии: Кт6358 (17,1), Б3737/2-2 (17,3), Б3583/11 (17,6). У стандарта Самариус СЦГ составил 15,5. Самое низкое значение СЦГ было у линии Б3729/12-11,1.

Таким образом, по совокупности показателей адаптивности (b_i , СЦГ) выделились линии Кт6358 и Б3737/2-2. Характеризуясь полунтенсивным агротипом, высокой и стабильной урожайностью зерна, они будут рассматриваться нами как кандидаты в новые сорта.

Устойчивость к полеганию – одно из обязательных требований сельхозтоваропроизводителей к новым сортам гороха. Полегание приводит к потерям урожая, к снижению товарных качеств семян вследствие загрязнения их земель, к снижению производительности труда при механизированной уборке. Потери семян из-за полегания во время уборки гороха могут достигать 60 % и более. Устойчивость к полеганию зависела как от условий года, так и от длины растения линий (табл. 3).

В засушливые годы устойчивость к полеганию была выше, чем во влажные годы. Например, в слабозасушливом 2017 г. у линий была минимальная устойчивость к полеганию от 52 % (Б3729/12) до 74 % (Б3737/2-2) и максимальная длина растения от 76,5 см (Б3737/2-2) до 96,5 см (Б3729/12). У стандарта устойчивость к полеганию равнялась 38 %, при длине растения 125,2 см. В сухом 2019 г. устойчивость к полеганию у линий варьировала от 90 до 100 %, а длина растения варьировала от 45,6 до 53,5 см. У стандарта устойчивость к полеганию в этот год составила 38 % при длине растения 61,3 см. В среднем за годы испытаний устойчивость к полеганию у линий была высокой, на уровне 82 (Б3583/11) – 89 (Б3737/2-2) %, а у стандарта очень низкой – 57 %.

Пищевые качества линий оценивали по содержанию белка в семенах, времени варки, коэффициенту разваримости и вкусу вареных семян (табл. 4). Для включения сорта в список ценных по качеству он должен содержать в семенах белка не менее 24 %, коэффициент разваримости семян должен быть не ниже 2,4 ед., время варки семян не должно превышать 160 мин, а вкус вареных семян должен быть на уровне 4–5 баллов. Из всех линий соответствовали данным параметрам качества семян Б3737/2-2 и Б3583/11. Содержание белка этих линий составляло 24,9–25,6 %, время варки семян составляло 116 – 159 мин, коэффициент разваримости был на уровне 2,4–2,5 ед. и вкус вареных семян 4–5 баллов. Линия Б3729/12 не соответствовала параметрам качества ценных сортов по времени варки семян (167 мин) и коэффициенту разваримости (2,3 ед.), а у линии Кт6358 был низкий коэффициент разваримости семян (2,3 ед.). Стандарт Самариус также не соответствовал параметрам качества ценных сортов по времени варки семян и коэффициенту разваримости.

Таблица 2

Параметры адаптивности и урожайность линий гороха, 20016–2020 гг.

Линия /сорт	Коэффициент регрессии b_i	Селекционная ценность генотипа (СЦГ)	Урожайность зерна, т/га					
			2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя
Самариус	0,88	15,5	3,33	3,69	2,20	2,20	3,34	2,95
Б3583/11	0,83	17,6	3,16	3,08	2,27	2,51	3,53	3,05
Б3729/12	1,39	11,1	3,31	5,11	2,16	2,61	3,62	3,36
Б3737/2-2	0,94	17,3	3,71	3,84	2,09	2,89	3,90	3,29
Кт6358	0,95	17,1	3,59	4,08	2,23	2,64	3,40	3,19
НСР 0,5 %			0,22	0,33	0,15	0,14	0,28	F ϕ < F τ



Длина растения и устойчивость к полеганию линий гороха, КСИ 2016–2020 гг.

Сорт, линия	min/max		Средняя 2016–2020 гг.	
	длина растения, см	устойчивость к полеганию, %	длина растения, см	устойчивость к полеганию, %
Самариус	61,3-125,2	38-72	80,0	57
Б3583/11	47,5-95,7	63-100	64,6	82
Б3729/12	45,6-96,5	52-100	62,3	87
Б3737/2-2	45,6-76,5	74-99	55,4	89
Кт6358	53,5-80,5	57-100	62,6	86

Таблица 4

Пищевые качества семян линий гороха, КСИ 2016–2020 гг.

Сорт, линия	Содержание белка в семенах, %	Время варки семян, мин	Коэффициент разваримости, ед.	Вкус вареных семян, балл
Самариус	25,6	171	2,2	4
Б3583/11	25,6	159	2,4	4
Б3729/12	24,4	167	2,3	4
Б3737/2-2	25,2	116	2,5	5
Кт6358	24,9	150	2,3	4

Таким образом, лучшей по урожайности и качеству зерна в сочетании с высокой адаптивностью к условиям среды выращивания оказалась линия Б3737/2-2. Она в 2021 г. передана на государственное сортоиспытание под названием Егорыч.

При создании сорта Егорыч на первом этапе селекции ставилась задача получить линию с высокой устойчивостью к полеганию, адаптивностью к засушливым условиям и высокими пищевыми достоинствами. Для этого в гибридизацию был привлечен сорт Флагман 10 местной селекции усато-короткостебельного с неосыпающимися семенами морфотипа. Флагман 10 участвовал в скрещивании в качестве материнского родителя, поскольку хорошо адаптирован к засушливым условиям Среднего Поволжья и включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Средневолжскому и Северо-Кавказскому регионам. Флагман 10 отличается высокой устойчивостью к полеганию растений и хорошей пригодностью к прямой комбайновой уборке. К тому же он характеризуется высокими пищевыми достоинствами, за что включен госсортокомиссией в список «ценных» по качеству. В качестве отцовского родителя был выбран высокостабильный по урожаю зерна сорт Фокор, допущенный к использованию по трем регионам Российской Федерации: Центрально-Черноземному, Средневолжскому, Северо-Кавказскому. По морфотипу и пригодности к прямой комбайновой уборке сорт Фокор аналогичен сорту Флагман 10. Оригинатором сорта Фокор является Воронежский ФАНЦ им. В. В. Докучаева и др.

На втором этапе селекции ставилась задача повысить семенную продуктивность у исходного селекционного материала. Для этого в скрещивание с гибридной популяцией Б3664F1 (Флагман 10 x Фокор) был привлечен сорт немецкой селекции Тауго. Морфотип сорта Тауго листочково-короткостебельный, группа спелости – ранняя. Характеризуется высокой семенной продуктивностью, особенно в годы с достаточным естественным увлажнением. Масса семян с растения – 6 г. Семена сорта обычные, округлые, мелкие. Масса 1000 семян – 190–215 г.

Из гибридной популяции Б3737F2 (Б3664F1 x Тауго) методом индивидуального отбора была получена линия Б3737/2-2. Линия Б3737/2-2 по продолжительности вегетации относится к сортам среднеспелого типа, а по морфотипу растения – к усато-короткостебельным. Некоторые хозяйственные характеристики линии представлены в табл. 5.

Продолжительность вегетации у линии Б3737/2-2 длиннее на 4 дня сорта Самариус и составила 65 дней. Семена у линии обычные, округлые, мелкие. Тип семян, их размер и форму линия унаследовала от сорта Тауго. Масса 1000 семян – 172 г (у стандарта – 236 г), а их выравненность на ситах 5–6 мм составила 85 % (хорошая). Семена с такой формой и выравненностью пригодны для переработки на крупу. Выход крупы при обрушивании семян у линии составил 80 %, что соответствует требованию ГОСТ 28674-90 при заготовке и поставке семян культуры на продовольственные цели.

Заключение. Высокую адаптивность показали селекционные линии гороха Б3737/2-2, и Кт6358. Они имели самые высокие значения СЦГ на уровне 17,1 – 17,6 и b_i на уровне 0,94-0,95. Урожайность зерна этих линий в среднем за годы испытаний была на уровне 3,19–3,29 т/га, что выше стандарта Самариус на 0,2–0,3 т/га.

Высокие пищевые качества показали линии Б3737/2-2 и Б3583/11. Содержание белка в семенах этих линий составляло 24,9–25,6 %, время варки – 116–159 мин, коэффициент разваримости был на уровне 2,4–2,5 ед. и вкус семян 4–5 баллов.

Таблица 5

Хозяйственные характеристики линии Б3737/2-2, КСИ 2018–2020 гг.

Сорт	Вегетационный период, дни	Масса 1000 семян, г	Выравненность семян, %	Выход крупы при обрушивании, %
Б3737/2-2	65	172	85	80
Самариус стандарт	61	236	98	85



Устойчивость к полеганию растений была высокой у всех линий, по этому признаку они превосходили стандарт Самаринус.

Комплексом важных хозяйственных признаков (адаптивность, урожайность, пищевая ценность, устойчивость к полеганию) выделялась линия БЗ737/2-2. За высокую урожайность, качество семян и адаптивность к засушливым условиям она была передана в 2021 г. на государственное сортоиспытание под названием Егорыч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воскобулова Н. И., Верещагина А. С., Ураскулов Р. Ш., Курилкина М. Я. Аминокислотный состав и биологическая ценность белка гороха в зависимости от приемов возделывания // *Животноводство и кормопроизводство*. 2019. Т. 102. № 3. С. 117–125 DOI: 10.33284/2658-3135-102-3-117.
2. Зотиков В.И., Вилюнов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021. № 25(4). С. 381–387. DOI 10.18699/VJ21.041.
3. Zubov A. E., Katjuk A. I. Methods and results of selection of pea in Samara RSIA // *Известия Самарского центра РАН*. 2014. Т.16. № 5-3. С. 1127–1130.
4. Костерин О. Э. При царе горохе (*Pisum sativum* L.): непростая судьба первого генетического объекта // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2015. № 19(1). С. 13–26. DOI 10.18699/VJ15.002
5. Костенко С. В. Изучение адаптивной способности озимой пшеницы по урожайности и качеству зерна в лесостепи Среднего Поволжья // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 10. С. 41–45. DOI 10.28983/asj.y2020i10pp41–45.
6. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода // *Генетика*. 1985. Т. 21. № 9. С. 1481–1490.
7. Пахотина И. В., Омелянюк Л. В., Игнатьева И. Ю. и др. Особенности формирования содержания белка в зерне гороха в условиях Западной Сибири // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 10. С. 60–67. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-60-67.
8. Самарстат 2020 г. URL: samarastat.gks.ru.
9. Carolyne Dürr, Sophie Brunel-Muguët, Christine Girousse, Annabelle Larmure, Colette Larré, Agnès Rolland-Sabaté and Marie-Hélène Wagner. Changes in seed composition and germination of wheat (*Triticum aestivum*) and pea (*Pisum sativum*) when exposed to high temperatures during grain filling and maturation // *Crop and Pasture Science*. 2018. 69(4). P. 374-386. doi.org/10.1071/CP17397
10. Lakić Ž., Stanković S., Pavlović S., Krnjajić S., Popović V. Genetic variability in quantitative traits of field pea (*Pisum sativum* L.) genotypes // *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2019. Vol. 55. P. 1–7. doi.org/10.17221/89/2017-CJGPB
11. Shen S., Ding L., Hou H., Lu Z. X., Bing D. J. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas // *Canadian Journal of Plant Science*. 2016. Vol. 96. No. 3. P. 404–412. DOI: 10.1139/cjps-2015-0231
12. Yesuf Assen Mohammed, Chengci Chen, Maninder Kaur Walia, Jessica A. Torrion, Kent McVay, Peggy Lamb, Perry Miller, Joyce Eckhoff, John Miller, Qasim Khan. Dry pea (*Pisum sativum* L.) protein, starch, and ash concentrations as affected by cultivar and environment // *Canadian Journal of Plant Science* 2018. Vol. 98, Iss. 5. P. 1188-1198. doi.org/10.1139/cjps-2017-0338.

REFERENCES

1. Voskobulova N. I., Vereshchagina A. S., Uraskulov R. Sh., Kurilkina M. Ya. Amino acid composition and biological value of pea protein depending on cultivation methods. *Livestock breeding and fodder production*. 2019; 102; 3: 117-125 DOI: 10.33284/2658-3135-102-3-117. (In Russ.)
2. Zotikov V. I., Vilyunov S. D. Present day breeding of legumes and great crops in Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021; 25(4): 381-387. DOI 10.18699/VJ21.041. (In Russ.)
3. Zubov A. Katjuk A. Methods and results of peas breeding in Samara RSIA. *News of the Samara Center RAS*. 2014; 16; 5-3: 1127–1130. (In Russ.)
4. Kosterin O. E. Pea (*Pisum sativum* L.): the uneasy fate of the first genetical object. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2015; 19(1); 13: 13-26. DOI 10.18699/VJ15.002. (In Russ.)
5. Kosenko S. V. Study of the adaptive capacity of winter wheat in terms of yield and grain quality in the forest-steppe of the Middle Volga region. *The agrarian scientific journal*. 2020; 10: 41–45. DOI 10.28983/asj.y2020i10pp41-45. (In Russ.)
6. Kilchevsky A. V. Khotyleva, L. V. A method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, differentiating ability of the environment. Message 1. Justification of the method. *Genetics*. 1985; 21: 9: 1481–1490. (In Russ.)
7. Pakhotina I. V., Omelyanyuk L. V., Ignatyeva E. Y., Asanov A. M. The features of protein formation in peagrain under the conditions. *Vestnik KrasGAU*. 2020; 10: 60–67. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-60-67. (In Russ.)
8. Samarastat 2020. URL: samarastat.gks.ru. (In Russ.)
9. Carolyne Dürr, Sophie Brunel-Muguët, Christine Girousse, Annabelle Larmure, Colette Larré, Agnès Rolland-Sabaté, and Marie-Hélène Wagner. Changes in seed composition and germination of wheat (*Triticum aestivum*) and pea (*Pisum sativum*) when exposed to high temperatures during grain filling and maturation. *Crop and Pasture Science*. 2018; 69(4): 374-386. doi.org/10.1071/CP17397
10. Lakić Ž., Stanković S., Pavlović S., Krnjajić S., Popović V. Genetic variability in quantitative traits of field pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2019; 55: 1–7. doi.org/10.17221/89/2017-CJGPB
11. Shen S., Ding L., Hou H., Lu Z.X., Bing D.J. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas. *Canadian Journal of Plant Science*. 2016; 96; 3: 404–412. DOI: 10.1139/cjps-2015-0231
12. Yesuf Assen Mohammed, Chengci Chen, Maninder Kaur Walia, Jessica A. Torrion, Kent McVay, Peggy Lamb, Perry Miller, Joyce Eckhoff, John Miller, Qasim Khan. Dry pea (*Pisum sativum* L.) protein, starch, and ash concentrations as affected by cultivar and environment. *Canadian Journal of Plant Science*. 2018; 98; 5: 1188-1198. doi.org/10.1139/cjps-2017-0338.

Статья поступила в редакцию 01.12.2021; одобрена после рецензирования 28.12.2021; принята к публикации 11.01.2022.

The article was submitted 01.12.2021; approved after reviewing 28.12.2021; accepted for publication 11.01.2022.

