

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.358:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-5-10

ВЛИЯНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В СЕМЕНАХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРОХА

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

ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской»,

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

Цель исследований – определить влияние продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов на содержание белка в семенах гороха. Исследования проводили в южной зоне Ростовской области на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017–2020 годы. Объектами исследований были 100 коллекционных образцов гороха из ВИГРР им. Н. И. Вавилова, включающих 53 усатых образца и 47 листочковых. Наибольшая продолжительность вегетационного периода в среднем по коллекции (93,8 дн.) наблюдалась в 2017 году. Межсортная изменчивость данного признака, выраженная коэффициентом вариации, в этот год была 5,5 % с минимальным значением 63 дня и максимальным 101 день. В группе сортов усатого типа листа межсортная изменчивость составила 6,4 % (мин. – 63 дн.; макс. – 100 дн.), в листочковой группе 4,2 % (мин. – 80 дн.; макс. – 101 дн.). В остальные годы наблюдалось сокращение вегетационного периода и снижение его межсортной изменчивости из-за неблагоприятных погодных условий в виде недостатка и дефицита осадков на фоне повышенных и высоких температур воздуха. Но они же и привели к максимальному накоплению белка в семенах коллекционных образцов, тем самым проявив наибольшую межсортную изменчивость этого показателя. Расчет коэффициента корреляции показал отсутствие корреляционной зависимости содержания белка от продолжительности вегетации как в среднем по коллекции ($r = 0,03+0,10$), так и по группам усатого ($r = 0,08+0,14$) и листочкового ($r = 0,05+0,15$) морфотипов листа. Построение графиков с ошибками по группам морфотипов листа выявили образцы с содержанием белка более 25,0 %. В группе усатого морфотипа они имели период вегетации 78–80 и 83–85 дней, а в группе листочкового морфотипа – 77–79 дней в среднем за годы исследований.

Ключевые слова: горох, коллекция, сорт, варибельность, белок, вегетационный период.

Для цитирования: Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Влияние вегетационного периода на содержание белка в семенах коллекционных образцов гороха // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 5–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-5-10.



THE EFFECT OF A VEGETATION PERIOD ON PROTEIN PERCENTAGE IN SEED OF THE PEA COLLECTION SAMPLES

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

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The purpose of the study was to identify the effect of the length of a vegetation period of collection samples on protein percentage in pea seed. The study was carried out in the southern part of the Rostov region on the fields of the FSBSI "ARC "Donskoy" in 2017–2020. The objects of the study were 100 collection pea samples from the N. I. Vavilov ARIPGR (VIR), including 53 leafless samples and 47 leafy ones. The longest vegetation period on average for the collection (93.8 days) was identified in 2017. The intervarietal variability of this trait, expressed by a variation coefficient, this year was 5.5 % with a minimum value of 63 days and a maximum of 101 days. In the group of varieties of the leafless type, the intervarietal variability was 6.4 % (min. 63 days; max. 100 days), in the leafy group it was 4.2 % (min. 80 days; max. 101 days). In other years, there was a reduction of a vegetation period and a decrease in its intervarietal variability due to unfavorable weather conditions in the form of a lack and shortage of precipitation against the background of elevated and high air temperatures. But they also led to the maximum accumulation of protein in seeds of collection samples, thereby showing the greatest intervarietal variability of this indicator. The calculation of the correlation coefficient showed the absence of a correlation dependence of protein percentage on length of vegetation, both on average for the collection ($r = 0.03+0.10$) and for the groups of leafless ($r = 0.08+0.14$)

and foliate ($r = 0.05+0.15$) leaf morphotypes. The construction of graphs with errors for groups of leafy morphotypes revealed samples with a protein percentage of more than 25.0 %. In the group of the leafless morphotype, they had a vegetation period of 78–80 and 83–85 days, and in the group of the leafy morphotype, it was 77–79 days on average over the years of study.

Keywords: peas, collection, variety, variability, protein, vegetation period.

Введение. Горох (*Pisum sativum* L.) – значимая зернобобовая сельскохозяйственная культура в России и в мире, которая имеет большую вариабельность хозяйственно ценных признаков и свойств (Костерин, 2017). Он обладает высокой питательной ценностью, обусловленной большим содержанием белка, клетчатки, аминокислот и витаминов (Дьяченко и Слугина, 2018).

В сравнении с другими культурами, он является ценным источником белка растительного происхождения. Из-за небольших посевных площадей гороха доля его невелика в балансе кормового белка, что в первую очередь связано со сравнительно невысокой урожайностью продукции, основная причина которой – острая реакция на погодноклиматические условия и факторы. Данную проблему можно решить с помощью создания новых сортов гороха, сочетающих высокую продуктивность и устойчивость к экстремальным факторам среды с высокими кормовыми и пищевыми качествами (Лысенко, 2022). Кроме всех неоспоримых достоинств гороха, он также относится к природным почвенным азотовосстановителям с помощью азотфиксирующих бактерий. Результатом симбиоза растений гороха с почвенными азотфиксирующими бактериями *Rhizobiales* является развитие корневых клубеньков, в которых осуществляется процесс фиксации азота (Леппянен и др., 2018).

Развитие растениеводства во многом зависит от конкретных погодноклиматических условий. Во многих регионах нашей страны отмечается изменение температурного режима, климатических условий, а также проявление водных и ветровых эрозий. В таких природноклиматических условиях усложняется и изменяется селекция сельскохозяйственных культур, так как приходится уделять больше внимания экологической пластичности и гомеостатичности новых сортов, способности их давать высокий уровень урожая семян с хорошими кормовыми качествами (Игнатьев и др., 2022).

Социально-экономические реалии в корне изменили требования товаропроизводителей к сорту, а также определили необходимость изменения направлений и целей селекции гороха. Решением проблемы повышения качества семян, в первую очередь выявление и вовлечение в гибридизацию источников повышенной белковости, улучшенного аминокислотного состава (Омельянюк и др., 2019).

Поиск генетических источников повышенного содержания белка, продуктивности и создание высокоурожайных сортов, адаптированных к почвенноклиматическим условиям региона, остаются важным звеном в повышении эффективности производства гороха.

Цель исследований – определить влияние продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов на содержание белка в семенах гороха.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенного в южной зоне Ростовской области, в 2017–2020 годах. Погодно-климатические условия в период проведения исследований характеризуются как полусухие. Почва представлена черноземом обыкновенным мощным карбонатным тяжелосуглинистым (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы, 2013). Предшественник – озимая пшеница. Исследования проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (Доспехов, 2012).

Объектами исследований служили 100 коллекционных образцов гороха из ВИГРР им. Н. И. Вавилова, включающих 53 усатых и 47 листочковых образцов. В качестве стандарта использовали сорт Аксайский усатый 5.

Коллекционный питомник посеян в третью декаду марта сеялкой ССФК-7 с междурядьями 15 см и количеством рядков 7. Площадь делянки – 5 м². По достижении полной спелости семян образцы убирала комбайном «Wintersteiger Classic». Определение содержания белка в семенах образцов гороха проводилось методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93) в лаборатории биохимической оценки зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Статистическую обработку полученных результатов провели методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012) и программы для статистической обработки данных Statistica 10.

Метеорологические условия в годы исследований были различны, что позволило объективно оценить и изучить коллекционные образцы гороха.

В 2017 г. были самые благоприятные условия за годы исследований. Фазы всходы – цветение и цветение – налив семян проходили в условиях избыточного и достаточного увлажнения. Созревание было в июле, в котором сформировались засушливые условия.

В 2018 г. в вегетационный период сформировались полностью противоположные условия прошлого года. Так, от всходов до налива семян гороха наблюдались дефицит влаги и повышенные температуры. Только при созревании семян было достаточное увлажнение.

Первая половина вегетации гороха в 2019 г. проходила при достаточных количестве осадков и температуре воздуха. Но недостаток по осадкам и повышенный температурный фон в июне и июле создали неблагоприятные условия для второй половины вегетации гороха.

Весна 2020 г. характеризовалась теплым и сухим мартом, прохладным и сухим апрелем

и прохладным и влажным маем. Налив и созревание семян гороха проходили в условиях дефицита осадков и повышенной температуры воздуха.

Результаты и их обсуждение. Продолжительность вегетационного периода по коллекции в среднем за 2017–2020 гг. исследований составил 81,8 дня (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность периода вегетации коллекционных образцов гороха, дней (2017–2020 гг.)

Table 1. The length of a vegetation period of collection pea samples, days (2017–2020)

Годы	Тип листа	Минимальное	Максимальное	Среднее	Коэффициент вариации (Cv), %
2017	Усатый	63	100	93,3	6,4
	Листочковый	80	101	94,4	4,2
	Общее	63	101	93,8	5,5
2018	Усатый	69	82	74,0	4,8
	Листочковый	70	83	75,9	4,5
	В целом	69	83	74,9	4,8
2019	Усатый	68	76	71,3	3,3
	Листочковый	68	77	71,1	3,2
	В целом	68	77	71,2	3,3
2020	Усатый	83	92	87,3	2,6
	Листочковый	83	92	87,5	2,4
	В целом	83	92	87,4	2,5
За 2017–2020 гг.	Усатый	63	100	81,5	2,1
	Листочковый	68	101	82,3	1,9
	В целом	63	101	81,8	2,1
Стандартное отклонение		–	–	1,69	–

В группе коллекционных образцов листочкового морфотипа период вегетации в среднем за годы исследований был продолжительней, в сравнении с усатой группой, но в пределах стандартного отклонения (82,3 и 81,5 дня соответственно), при вариации у листочковых $C_v = 1,9\%$, а у усатых $C_v = 2,1\%$. Следует отметить, что в наших исследованиях коэффициент вариации отражает межсортовую изменчивость продолжительности вегетационного периода и содержания белка в семенах коллекционных образцов, которая характеризовалась как «низкая» (менее 10 %) (Доспехов, 2012).

Анализ периода вегетации по годам показал, что наибольшее его значение в среднем по коллекции (93,8 дн.) наблюдалось в 2017 г., когда сложились самые благоприятные условия для вегетации гороха за период исследова-

ний. В этот год была и самая высокая вариация ($C_v = 5,5\%$) с минимальным значением 63 дня и максимальным – 101 день. В группе сортов усатого типа листа в этом году была наибольшая межсортовая изменчивость ($C_v = 6,4\%$; мин. – 63 дн.; макс. – 100 дн.) как в сравнении с листочковой группой ($C_v = 4,2\%$; мин. – 80 дн.; макс. – 101 дн.), так и за все годы исследований.

В остальные годы сложились не самые лучшие для роста и развития растений, которые привели к сокращению вегетационного периода и снижению проявления межсортовой изменчивости.

Содержание белка в семенах коллекционных образцов гороха в среднем за 2017–2020 гг. составило 25,2 %, с незначительными отклонениями значений в усатой (25,3 %) и листочковой группах (25,1 %) (табл. 2).

Таблица 2. Содержание белка в семенах коллекционных образцов гороха, % (2017–2020 гг.)

Table 2. Protein percentage in seed of the collection pea samples, % (2017–2020)

Годы	Тип листа	Минимальное	Максимальное	Среднее	Коэффициент вариации (Cv), %
2017	Усатый	23,1	28,2	25,7	4,7
	Листочковый	24,0	28,3	26,0	3,4
	В целом	23,1	28,3	25,9	4,1
2018	Усатый	21,4	30,8	26,4	7,0
	Листочковый	22,2	30,3	26,4	7,6
	В целом	21,4	30,8	26,4	7,3
2019	Усатый	21,3	26,8	24,3	4,2
	Листочковый	21,7	29,7	24,5	5,4
	В целом	21,3	29,7	24,4	4,8
2020	Усатый	19,1	26,7	24,2	5,8
	Листочковый	20,2	27,9	24,3	6,7
	В целом	19,1	27,9	24,2	6,2
За 2017–2020 гг.	Усатый	19,1	30,8	25,3	2,6
	Листочковый	20,2	30,3	25,1	2,8
	В целом	19,1	30,8	25,2	2,7
Стандартное отклонение		–	–	0,69	–

Анализ коэффициента вариации (Cv, %) за годы исследований показал 2,7 % в целом по коллекции. В усатой группе межсортовая изменчивость была меньше (2,6 %), чем в листочковой (2,8 %), но при этом разница между минимальным и максимальным значением в усатой группе была больше (11,7 %), чем в листочковой (10,1 %). Можно предположить, что данное соотношение связано с большей реакцией каждого отдельного образца в усатой группе на разные по годам условия вегетации, чем в листочковой, характеризуя тем самым внутрисортовую изменчивость.

Содержание белка в семенах по годам показал, что наибольшие значения и их вариабельность наблюдались в 2018 г., когда сложились жесткие условия для вегетации гороха в виде дефицита осадков и высоких температур воздуха, которое составило 26,4 % как в целом по коллекции, так и в каждой группе. В этот год была и наибольшая вариация. В группе коллекционных образцов, имеющих листочковый морфотип, она составила 7,6 % (мин. – 22,2 %; макс. – 30,3 %), а в группе усатых образцов – 7,0 % (мин. – 21,4 %; макс. – 30,8 %). Наименьшими значениями содержания белка в семенах отмечены в 2019 и 2020 гг., которые составили 24,4 и 24,2 % соответственно, с большей вариацией в 2020 г. (6,2 %), чем в 2019 г. (4,8 %). В эти годы, как и в 2018 г., большей межсортовой изменчивостью отметилась листочковая группа образцов. В 2019 г. она составила 5,4 % и 6,7 % в 2020 году. В группе с усатым типом листа она была ниже – 4,2 и 5,8 % соответственно.

В наиболее благоприятный для роста и развития растений гороха 2017 г. содержание белка было на уровне 25,9 %, с расхождением между группами, отличающимися по типу листа в 0,3 %. Коэффициент вариации в этот год

был наименьшим за все годы исследований и составил 4,1 %, с разницей между группами 1,3 %.

Обобщая данные по содержанию белка, можно сделать вывод, что максимальное накопление белка в семенах происходит, когда формируются неблагоприятные погодные условия в виде недостатка и дефицита осадков на фоне повышенных и высоких температур воздуха. Аналогичная ситуация прослеживается и по вариации, характеризующая в данном случае межсортовую изменчивость. В жестких условиях вегетации различия между образцами проявляются максимально. А в благоприятных условиях у образцов питательные вещества накапливаются в оптимальном количестве, в том числе и белок в семенах. Эти условия не позволяют у отдельно взятого образца выявить способность максимального накопления белка.

В связи с этим в рамках проводимых исследований возник вопрос: а как влияет продолжительность вегетационного периода на содержание белка в семенах? Проведенные расчеты коэффициента корреляции показали отсутствие корреляционной зависимости содержания белка от продолжительности вегетации как в среднем по коллекции ($r = 0,03 \pm 0,10$), так и по группам усатого ($r = 0,08 \pm 0,14$) и листочкового ($r = 0,05 \pm 0,15$) морфотипов листа.

Можно предположить, что внутрисортовая изменчивость каждого в отдельности образца влияет на межсортовую изменчивость как положительно, так и отрицательно, и в конечном итоге может нивелировать корреляционную зависимость. Поэтому для подробного изучения влияния периода вегетации на содержание белка в семенах был проведен анализ с составлением графиков с ошибками по группам морфотипов листа (рис. 1, 2).

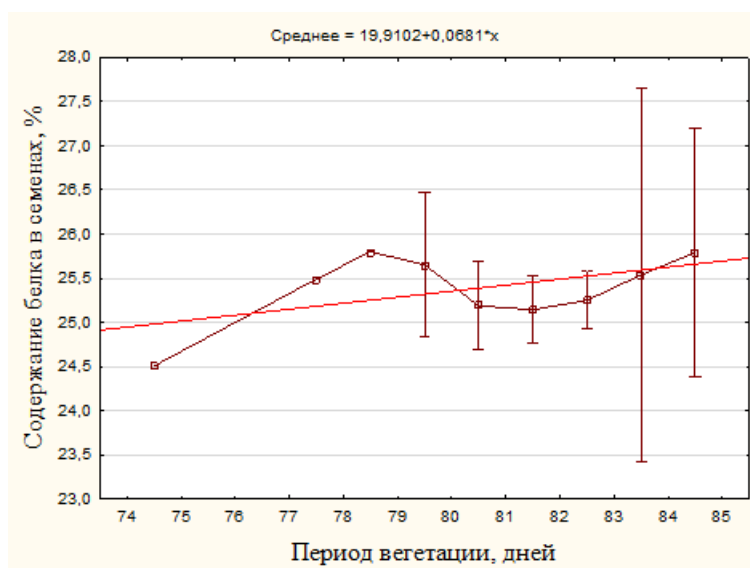


Рис. 1. Зависимость содержания белка от продолжительности периода вегетации коллекционных образцов гороха в группе усатого морфотипа (среднее за 2017–2020 гг.)

Fig. 1. Dependence of protein percentage on the length of a vegetation period of collection pea samples in the group of leafless morphotype (mean in 2017–2020)

В группе усатого морфотипа листа график показал, что большинство образцов имеют содержание белка в семенах больше 25,0 % и две вершины с максимальным содержанием белка, на которых период вегетации образцов составляет 78–80 и 83–85 дней. В наших исследовани-

ях интерес представляют крайние положительные отклонения, отображенные на графиках в виде ошибок. На рисунке в усатой группе они совпадают с вершинами графика.

В листочковой группе график имеет три вершины (рис. 2).

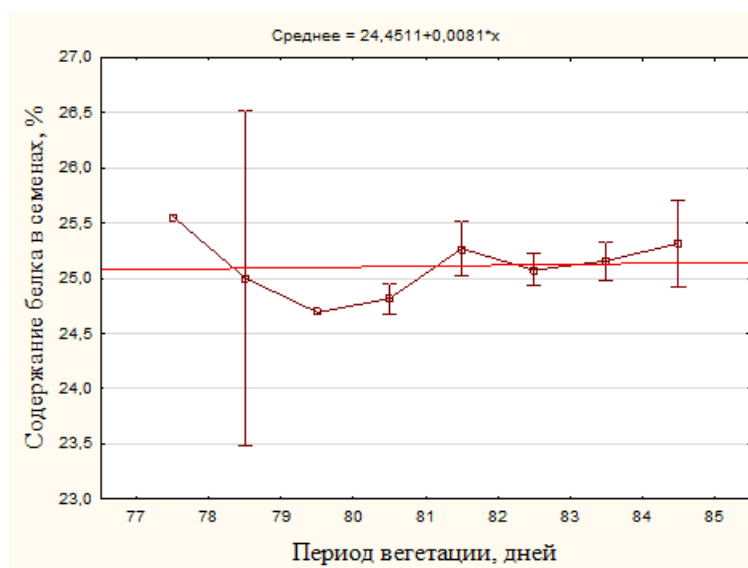


Рис. 2. Зависимость содержания белка от продолжительности периода вегетации коллекционных образцов гороха в группе листочкового морфотипа (среднее за 2017–2020 гг.)

Fig. 2. Dependence of protein percentage on the length of a vegetation period of collection pea samples in the group of leafy morphotype (mean in 2017–2020)

Но максимальное содержание белка прослеживается у образцов, имеющих период вегетации 77–78 дней. Ошибки на графике показали, что максимальные положительные значения были у образцов, имеющих период вегетации 78–79 дней.

Таким образом, для селекционной работы интерес представляют коллекционные образцы с высоким содержанием белка (более 25,0 %) (ГОСТ Р 54630–2011), полученные за годы исследований из группы усатого морфотипа и имеющие вегетационный период 78–80 и 83–85 дней, а в группе листочкового морфотипа 77–79 дней.

Выводы. Благоприятные условия вегетационного периода гороха в 2017 г. позволили раскрыть генетически обусловленные сортовые особенности роста и развития растений гороха, в частности, продолжительность вегетационного периода. В то же время неблагоприятные условия 2018 г. способствовали проявлению наибольшей межсортовой изменчивости с установлением образцов с максимальным и минимальным содержанием белка в семенах.

У коллекционных образцов межсортовая изменчивость по продолжительности вегетационного периода и содержанию белка в семенах была менее 10 %, что по степени является низкой.

В группе коллекционных образцов листочкового морфотипа период вегетации в среднем за годы исследований был продолжительнее (82,2 дня), чем в усатой группе (81,4 дня), но в пределах стандартного отклонения, при вариации в группе листочкового морфотипа ($C_v = 1,9\%$) и усатого ($C_v = 2,1\%$).

Содержание белка в семенах коллекционных образцов гороха в среднем за 2017–2020 гг. составило 25,2 %, с незначительными отклонениями значений в усатой (25,3 %) и листочковой (25,1 %) группах.

Для селекции представляют интерес генотипы с содержанием белка более 25,0 %. Образцы, отвечающие данному критерию, в группе усатого морфотипа имели период вегетации 78–80 и 83–85 дней, а в группе листочкового морфотипа – 77–79 дней в среднем за годы исследований.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
2. Дьяченко Е. А., Слугина М. А. Внутривидовой полиморфизм гена сахарозсинтазы *Sus1* у образцов *Pisum sativum* L. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(1). С. 108–114. DOI: 10.18699/VJ18.338.
3. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. 1. Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. 248 с.

4. Игнатъев С.А., Регидин А.А., Горюнов К.Н., Грязева Т.В., Кравченко Н.С., Шишкин Н.В. Хозяйственно-биологические признаки и результаты изучения нового сорта эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) Атаманский 20 // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 46–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-46-51.
5. Костерин О.Э. О трех культурных подвидах посевного гороха (*Pisum sativum* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 21(6). С. 694–700 DOI: 10.18699/VJ17.287.
6. Леппянен И.В., Кириенко А.Н., Лобов А.А., Долгих Е.А. Дифференциальный протеомный анализ корней гороха на ранних этапах развития симбиоза с клубеньковыми бактериями // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(2). С. 196–204. DOI: 10.18699/VJ18.347.
7. Лысенко А.А. Урожайность и качество возделываемых в Приазовской зоне Ростовской области сортов зернового гороха в зависимости от гидротермических факторов // Зерновое хозяйство России. Т. 14, № 2. С. 70–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-70-76.
8. Омелянюк Л.В., Пахотина И.В., Асанов А.М., Игнатъева Е.Ю. Результаты оценки качества зерна линий гороха конкурсного сортоиспытания в ФГБНУ «Омский АНЦ» // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2(30). С. 36–42. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11085.

References

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
2. D'yachenko E.A., Slugina M.A. Vnutrividovoi polimorfizm gena sakharozosintazy Sus1 u obraztsov *Pisum sativum* L. [Intraspecific polymorphism of the Sus1 sucrose synthase gene in *Pisum sativum* L.] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2018. № 22(1). S. 108–114. DOI: 10.18699/VJ18.338.
3. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoi oblasti na 2013–2020 gody [Zonal farming systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch.1. Rostov n/D.: Donskoi izdatel'skii dom, 2013. 248 s.
4. Ignat'ev S.A., Regidin A.A., Goryunov K.N., Gryazeva T.V., Kravchenko N.S., Shishkin N.V. Khozyaistvenno-biologicheskie priznaki i rezul'taty izucheniya novogo sorta espartseta peschanogo (*Onobrychis arenaria*) 'Atamanskii 20' [Economic and biological traits and study results of a new sandy sainfoin variety (*Onobrychis arenaria*) 'Atamansky 20'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. № 1(79). С. 46–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-46-51.
5. Kosterin O.E. O trekh kul'turnykh podvidakh posevnogo gorokha (*Pisum sativum* L.) [On three cultivated subspecies of the peas (*Pisum sativum* L.)] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2017. № 21(6). S. 694–700 DOI: 10.18699/VJ17.287.
6. Leppyanen I.V., Kirienco A.N., Lobov A.A., Dolgikh E.A. Differentsial'nyi proteomnyi analiz kornei gorokha na rannikh etapakh razvitiya simbioza s kluben'kovymi bakteriyami [Differential proteomic analysis of pea roots at the early stages of development of symbiosis with nodule bacteria] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2018. № 22(2). S. 196–204. DOI: 10.18699/VJ18.347.
7. Lysenko A.A. Urozhainost' i kachestvo vozdel'yaemykh v Priazovskoi zone Rostovskoi oblasti sortov zernovogo gorokha v zavisimosti ot gidrotermicheskikh faktorov [Productivity and quality of the grain pea varieties cultivated in the Pre-Azov part of the Rostov region depending on hydrothermal factors] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. Т. 14, № 2. S. 70–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-70-76.
8. Omel'yanyuk L.V., Pakhotina I.V., Asanov A.M., Ignat'eva E. Yu. Rezul'taty otsenki kachestva zerna linii gorokha konkursnogo sortoispytaniya v FGBNU «Omskii ANTs» [Results of estimating grain quality of the pea lines of the Competitive Variety Testing in the FSBSI "Omsk ARC"] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 2(30). S. 36–42. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11085.

Поступила: 05.09.22; доработана после рецензирования: 04.10.22; принята к публикации: 06.10.22.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. 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.