



Результаты изучения коллекционных сортообразцов гороха (*Pisum sativum* L.) по хозяйственно полезным признакам

© 2023. С. С. Пислегина[✉], С. А. Четвертных

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В 2015–2021 гг. в полевых и лабораторных условиях Фалёнской селекционной станции (Кировская область) изучали 58 коллекционных сортообразцов гороха различного морфотипа и эколого-географического происхождения с целью выделения источников ценных признаков для создания новых сортов. Для сортообразцов листочкового морфотипа стандартом служил сорт Красноуфимский 93, усатого – Фалёнский усатый. По метеорологическим условиям годы исследований контрастно различались: гидротермический коэффициент (ГТК) варьировал от 0,82 (2016 г.) до 2,57 (2019 г.). Наиболее высокая урожайность зерна в среднем по коллекции сформировалась в 2015 г. (ГТК = 1,59) – 358 ± 15 г/м², наиболее низкая в 2021 г. (ГТК = 0,84) – 126 ± 4 г/м². Изучаемый набор сортообразцов представлен в основном среднеспелыми (70–75 суток в среднем за изучаемые годы), среднепродуктивными (201–250 г/м²) сортообразцами, с массой 1000 семян 150–250 г. Выделены генотипы, превысившие по урожайности зерна стандартные сорта на 10 % и более: Tигра (Германия) – 353 г/м², Стабил (Австрия) – 336 г/м², Вятич (Россия) – 308 г/м², Флора (Россия) – 286 г/м², Г-21594 (Россия) – 283 г/м² и другие. Определены сортообразцы с высокими показателями элементов продуктивности. У листочковых сортообразцов отмечены: наиболее высокое число фертильных узлов (4,4–4,6 шт.) – Верхолузская, Рябчик (Россия), Serio (США); число бобов (6,0–6,1 шт.) – Г-21594, Вятич (Россия), Ps var vittelinum (Германия); число зёрен (24,1–27,1 шт.) – Верхолузская, Г-21594, Д-13560 (Россия). Повышенной семенной продуктивностью (5,2–5,6 г) характеризовались как листочковые морфотипы – Grana (США), Omega (Молдавия), так и усатые – Стабил (Австрия). Высокой вариабельностью отличались показатели: «урожайность зерна», «число фертильных узлов», «число бобов и зёрен на растении»; «масса 1000 семян» изменялась незначительно. Установлено статистически значимое влияние длительности периода вегетации на число фертильных узлов ($r = 0,27 \dots 0,60$) и бобов ($r = 0,26 \dots 0,61$) на растении.

Ключевые слова: морфотипы гороха, коллекция ВИР, урожайность, элементы продуктивности, вегетационный период, корреляция

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2022-0007).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Для цитирования: Пислегина С. С., Четвертных С. А. Результаты изучения коллекционных сортообразцов гороха (*Pisum sativum* L.) по хозяйственно полезным признакам. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(6):958–968. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.958-968>

Поступила: 10.08.2023

Принята к публикации: 09.11.2023

Опубликована онлайн: 20.12.2023

Results of the study of collection pea variety samples (*Pisum sativum* L.) according to agronomic traits

© 2023. Svetlana S. Pislegina[✉], Svetlana A. Chetvertnykh

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

In 2015–2021, 58 collection pea variety samples of various morphotypes and ecological and geographical origin were studied in the field and laboratory conditions of the Falenky Breeding Station (Kirov region) in order to identify sources of breeding valuable traits for the creation of new varieties. For leafy morphotype samples the Krasnoufimskij 93 variety was taken as standard, for leafless morphotype – Falyonskij usatyj. According to meteorological conditions, the years of the research contrastingly differed: the hydrothermal coefficient (HTC) ranged from 0.82 (2016) to 2.57 (2019). The highest yield on average for the collection was formed in 2015 (HTC = 1.59) – 358 ± 15 g/m², the lowest in 2021 (HTC = 0.84) – 126 ± 4 g/m². The studied set of variety samples was mainly represented by medium-ripened (70–75 days on the average over the years of the research), medium-productive (201–250 g/m²) samples with a seed size of 150–250 g. There have been identified genotypes that exceeded the grain yield of standard varieties by 10% or more: Tигра (Germany) – 353 g/m², Stabil (Austria) – 336 g/m², Vyatich (Russia) – 308 g/m², Flora (Russia) – 286 g/m², G-21594 (Russia) – 283 g/m², etc. Variety samples with high indicators of productivity elements have been identified. The highest number of fertile nodes (4.4–4.6 pcs.) was noted in leafy samples Verkhholuzskaya, Ryabchik (Russia), Serio (the USA); the number of beans (6.0–6.1 pcs.) – in G-21594, Vyatich (Russia.), Ps var vittelinum – (Germany); the number of grains (24.1–27.1 pcs.) – in the variety Verkhholuzskaya, G-21594, D-13560 (Russia). A higher seed productivity (5.2–5.6 g) was noted both in leafy morphotypes Grana (the USA), Omega (Moldova) and in leafless morphotype Stabil (Austria). It was found that the studied genotypes had high variability in grain yield, the number of fertile nodes, beans and

grains per plant, the mass of 1000 seeds changed slightly. The statistically significant influence of the duration of the growing season on the number of fertile nodes ($r = 0.27...0.60$) and the number of beans per plant ($r = 0.26...0.61$) was established.

Keywords: *pea morphotypes, VIR collection, yield, productivity elements, vegetation period, correlation*

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. FNWE-2022-0007).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Pislegina S. S., Chetvertnykh S. A. Results of the study of collection pea variety samples (*Pisum sativum* L.) according to agronomic traits. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(6):958-968. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.958-968>

Received: 10.08.2023

Accepted for publication: 09.11.2023

Published online: 20.12.2023

Горох (*Pisum sativum* L.) – важнейшая и наиболее распространённая зернобобовая культура, возделываемая во всех регионах Российской Федерации [1]. Производство зерна гороха является составной частью структуры посевных площадей зернового комплекса нашей страны и экономически выгодным ресурсом повышения эффективности сельскохозяйственного производства [2]. Данная культура – источник витаминов (А, С, РР, В1, В6 и др.) и микроэлементов (железо, кальций, магний, фосфор, селен и др.). Белок гороха отличается высокой биологической ценностью (75-85 %), легко усваивается животными и человеком, а по аминокислотному составу близок к белку животного происхождения [3, 4]. Содержание протеина в зерне достигает 18-35 %, в вегетативной массе – 12-25 %, поэтому возделывание гороха на продовольственные и кормовые цели позволяет обеспечить население высокобелковыми и экологически чистыми продуктами питания, а животноводство – кормами [5, 6]. Агротехническое значение гороха заключается в сохранении почвенного плодородия и снижении объёмов применения минеральных азотных удобрений за счёт способности культуры усваивать атмосферный азот и накапливать его в почве.

В настоящее время во всём мире наблюдается тенденция увеличения объёмов производства зерна гороха, однако площадей, занятых под этой культурой в данный момент, недостаточно для полноценного обеспечения кормопроизводства [7]. Основным условием увеличения урожайности и стабилизации производства гороха является создание и внедрение в производство сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим регионам страны [8]. Для повышения эффективности селекционной работы по созданию новых конкурентоспособных сортов гороха необходим поиск доноров хозяйственно ценных признаков

и изучение их взаимосвязей [9]. Ведущая роль в выведении новых сортов принадлежит генетическому материалу, источником которого служит коллекция Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) [10, 11]. Целенаправленное использование генетически и географически различного коллекционного материала позволит создать новые сорта гороха, отвечающие требованиям современного сельскохозяйственного производства [12, 13].

Цель исследований – выделить по комплексу хозяйственно ценных признаков перспективные сортообразцы из биоресурсной коллекции гороха для создания новых современных сортов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям северо-востока европейской части России.

Научная новизна – получены новые экспериментальные данные по продуктивности и продолжительности вегетационного периода коллекционных сортообразцов гороха. Выделены наиболее приспособленные к почвенно-климатическим условиям Кировской области.

Материал и методы. Исследования проводили в 2015-2021 гг. в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур Фалёнской селекционной станции (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока). В полевых и лабораторных условиях изучали 58 генотипов гороха посевного (*Pisum sativum* L.) различного морфотипа и эколого-географического происхождения. В качестве стандартов были приняты районированные сорта Красноуфимский 93 (для сортообразцов листочкового морфотипа) и Фалёнский усатый (для сортообразцов усатого морфотипа). Изучаемый материал представлен сортами из коллекции ВИР и местными перспективными селекционными линиями (табл. 1).

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: РАСТЕНИЕВОДСТВО / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: PLANT GROWING

Таблица 1 – Характеристика сортообразцов гороха коллекционного питомника /
Table 1 – Characteristics of pea variety samples of the collection nursery

Номер в каталоге ВИР / Number in VIR catalogue	Сортообразец / Variety sample	Происхождение / Origin
<i>Листочковый морфотип / Leafy morphotype</i>		
-	Красноуфимский 93, ст. / Krasnoufimskij 93, st.	Россия / Russia
к-9117	Корал / Korал	Украина / Ukraine
к-9037	Omega	Молдавия / Moldova
к-9194	Ji1027 Ramto	Великобритания / Great Britain
к-9103	Чишминский229 / Chishminskij229	Россия / Russia
к-73	Мелькак / Melkak	Сирия / Syria
к-63	Ps var vittelinum	Германия / Germany
-	Северянин / Severyanin	Россия / Russia
-	Г-21594/ G-21594	Россия / Russia
к-9106	Винэц-3 / Vinec-3	Украина / Ukraine
к-9235	Jezero	Югославия / Yugoslavia
к-9239	Mogavac	Югославия / Yugoslavia
к-9260	Lasma	Латвия / Latvia
к-8001	Надmersleben	Германия / Germany
к-9378	Линия 4 / Liniya 4	Россия / Russia
к-9364	Линия 11 / Liniya 11	Россия / Russia
-	Красивый / Krasivyy	Россия / Russia
-	Д-13560 / D-13560	Россия / Russia
-	Рябчик / Ryabchik	Россия / Russia
к-8145	L-1726	Швеция / Sweden
к-4988	Верхолузская / Verholuzskaya	Россия / Russia
к-9249	Темп / Temp	Россия / Russia
-	Г-24596 / G-24596	Россия / Russia
к-9121	НС-01-68 / NS-01-68	Болгария / Bulgaria
к-5187	Grana	США/ USA
к-5072	Serio	США/ USA
к-8867	Орёл 330/ Oryol 330	Россия / Russia
к-8552	WRH892ji843	Великобритания / Great Britain
к-5308	№40	Болгария / Bulgaria
и-515115	Tigra	Германия / Germany
<i>Усатый морфотип / Leafless morphotype</i>		
к-9384	Фалёнский усатый, ст. / Falyonskij usatyj, st.	Россия / Russia
к-9098	Губернатор / Gubernator	Россия / Russia
к-5266	Приазовский / Priazovskij	Россия / Russia
к-9123	Самариус / Samarius	Россия / Russia
к-9146	794/95	Россия / Russia
к-9104	Комбайновый 1 / Kombajnovyj 1	Украина / Ukraine
к-9125	Лавр / Lavr	Россия / Russia
к-9100	Заводоуковский / Zavodoukovskij	Россия / Russia
-	Азарт / Azart	Россия / Russia
к-9102	Ямальский / Yamalskij	Россия / Russia
к-9114	Плутон / Pluton	Франция / France
к-9118	Готик / Gotik	Австрия / Austria
к-9116	Демос / Demos	Россия / Russia
к-9115	Универ / Univer	Франция / France
к-9226	НС-01-135 / NS-01-135	Болгария/ Bulgaria
к-9254	АЗ-95-614 / AZ-95-614	Россия / Russia
к-9380	Готиевский / Gotievskij	Украина / Ukraine
к-9099	Ямал / Yamal	Россия / Russia
к-9279	Ортюм / Ortyum	Россия / Russia
-	Указ / Ukaz	Россия / Russia
к-9408	Усатый Люпиноид / Usatyj Lyupinoid	Россия / Russia
к-9422	Ватан / Vatan	Россия / Russia
к-9420	Памяти Хангильдина / Pamyati Hangildina	Россия / Russia
-	Стабил / Stabil	Австрия / Austria
-	Ангела / Angela	Германия / Germany
-	Вятич / Vyatich	Россия / Russia
к-9366	Флора / Flora	Россия / Russia

Анализ сортообразцов, учёт и наблюдения проводили в соответствии с международным классификатором СЭВ¹ и методическими указаниями². Посев сортообразцов в зависимости от погодных условий проводили в I-II декадах мая селекционной сеялкой ССФК-7, норма высева – 120 всхожих семян на 1 м², расположение делянок систематическое, площадь – 2,5 м². Уборку осуществляли вручную с последующим обмоломом на сноповой молотилке МСУ-1.

Математическая обработка экспериментальных данных проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову³ с помощью пакета селекционно-ориентированных программ AGROS версия 2.07.

По метеорологическим условиям годы исследований контрастно различались и имели значительные отклонения от среднееголетних показателей как по температурному режиму, так и количеству выпавших осадков и их распределению в течение вегетации гороха (рис. 1), что позволило выявить наиболее ценные генотипы для дальнейшего включения в селекционный процесс.

По метеорологическим условиям годы исследований контрастно различались и имели значительные отклонения от среднееголетних показателей как по температурному режиму, так и количеству выпавших осадков и их распределению в течение вегетации гороха (рис. 1), что позволило выявить наиболее ценные генотипы для дальнейшего включения в селекционный процесс.



Рис. 1. Метеорологические данные вегетационных периодов, 2015-2021 гг. / Fig. 1. Meteorological data of the growing seasons, 2015-2021

Наиболее благоприятные погодные условия в течение всего вегетационного периода сложились в 2015 г. (ГТК = 1,59). Метеорологические условия 2016 и 2021 гг. характеризовались как острозасушливые (ГТК = 0,82 и 0,84 соответственно), при этом среднесуточные температуры в течение всего периода вегетации были на 2-3 °C выше среднееголетних показателей. Такие условия оказали негативное влияние на формирование продуктивности гороха. В 2020 г. также наблюдался дефицит

влаги, однако среднесуточные температуры были на уровне среднееголетних значений, что в некоторой степени компенсировало негативное воздействие засухи (ГТК = 1,33). Периоды вегетации 2017 и 2019 гг. характеризовались низкими среднесуточными температурами и повышенной влагообеспеченностью (ГТК = 1,89 и 2,57 соответственно), что благоприятно отразилось на формировании урожайности гороха. Ливни, прошедшие в июне 2018 г., привели к значительной гибели всходов гороха, поэтому данные за этот год не учитывали.

¹Международный классификатор СЭВ рода *Pisum* L. Л., 1986. 52 с.

²Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. СПб., 2010. 141 с.; Методика госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М., 1985. 240 с.

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

Результаты и их обсуждение. Наиболее важным показателем эффективности производства гороха является урожайность зерна, которая не является постоянной величиной и формируется под влиянием различных факторов: метеорологических условий, технологии возделывания, а также зависит от индивидуальной реакции сортов, обусловленной взаимодействием генотипа и условий среды. Под воздействием различных факторов показатели продуктивности могут иметь большие пределы варьирования [14, 15]. В течение 2015-2021 гг. урожайность изучаемых генотипов значительно варьировала как по годам, так и сортообразцам. Сложившиеся метеорологические условия повлияли на формирование урожайности гороха и привели к существенным

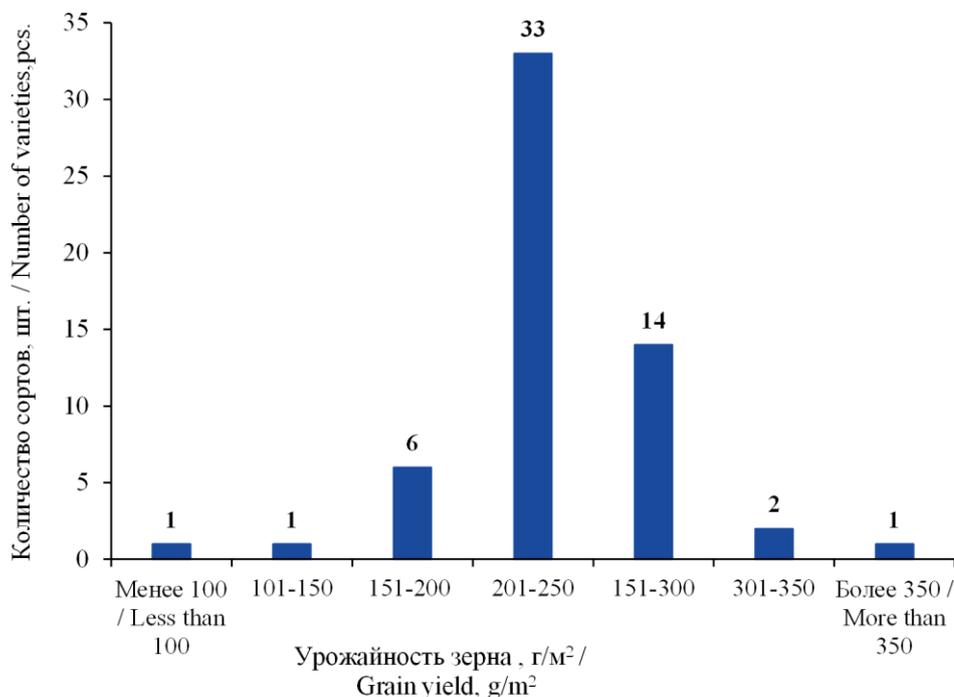
различиям. В наиболее благоприятном по гидротермическим условиям 2015 г. урожайность в среднем по сортообразцам составила 358 г/м², в засушливых условиях 2021 г. – 126 г/м², почти в три раза ниже (табл. 2).

Изучаемые сортообразцы в среднем за 6 лет сформировали различную урожайность зерна, которая варьировала от 123 г/м² (L-1726, Швеция) до 353 г/м² (Tigra, Германия). У большинства сортов (33 шт., или 62 %), в т. ч. стандартных, отмечена урожайность на уровне 201-250 г/м², 6 образцов (8,6 %) имели 151-200 г/м², один сорт (1,7 %) – менее 150 г/м² (рис. 2).

По урожайности зерна в наших исследованиях выделились 14 сортообразцов, у которых прибавка к стандарту по данному признаку составила более 10 % (табл. 3).

**Таблица 2 – Изменчивость урожайности зерна сортообразцов гороха в коллекционном питомнике /
Table 2 – Variability of grain yield of pea variety samples in the collection nursery**

Год исследований / Years of research	Урожайность, г/м ² / Yield, g/m ²			CV, %
	среднее / average	min	max	
2015	358±13	109	653	24,89
2016	158±7	40	298	23,25
2017	288±11	51	440	44,80
2019	324±15	74	646	35,55
2020	226±9	81	370	29,85
2021	126±4	56	177	21,10



**Рис. 2. Распределение сортообразцов коллекционного питомника по урожайности зерна /
Fig. 2. Distribution of variety samples of the collection nursery by grain yield**

Таблица 3 – Характеристика лучших по урожайности зерна коллекционных сортов образцов гороха различного морфотипа (2015-2021 гг.) /

Table 3 – Characteristics of the best in grain yield collection pea variety samples (2015-2021)

Сортообразец / Variety sample	Урожайность зерна, г/м ² / Grain yield, g/m ²			CV, %	Вегетационный период, сут / Growing season, days	Устойчивость к полеганию, балл / Resistance to lodging, points
	среднее / average	min	max			
<i>Листочковый морфотип / Leafy morphotype</i>						
Красноуфимский 93, ст. / Krasnoufimskij 93, st.	236±10	139	365	36	74	3,0
Tigra	353±12	168	640	56	74	4,0
Г-21594 / G-21594	283±7	166	370	25	76	3,0
Grana	279±10	119	573	57	72	4,0
Г-24596 / G-24596	267±8	124	369	41	75	4,0
Северянин / Severyanin	265±6	123	326	29	74	3,0
Орёл 330 / Oryol 330	263±10	110	451	50	74	4,3
<i>Усатый морфотип / Leafless morphotype</i>						
Фалёнский усатый, ст. / Falyonskij usatyj, st.	231±9	123	356	42	74	4,5
Стабил / Stabil	336±12	160	653	63	78	4,5
Вятч / Vyatich	308±11	166	646	62	78	4,2
Флора / Flora	286±10	129	524	52	74	4,2
Ангела / Angela	283±11	109	524	54	75	4,5
Комбайновый 1 / Kombajnovyj 1	272±9	155	440	40	72	4,5
Указ / Ukaz	270±9	129	448	50	75	4,2
Ортым / Ortyum	258±8	128	453	47	72	4,5
Заводоуковский / Zavodoukovskij	256±7	103	344	48	75	4,5

Наряду с высокой урожайностью зерна в селекционной практике предпочтение отдаётся сортам с меньшим варьированием данного признака. Сортообразцы Lasma (Латвия) и Готиевский (Украина) имели урожайность зерна на уровне стандартных сортов (237 и 232 г/м² соответственно), однако отличались наиболее стабильным значением этого признака (CV = 17,1 и 19,6 %), что свидетельствует о более высокой приспособляемости генотипов к условиям окружающей среды.

Формирование урожайности зависит от многих абиотических и биотических факторов, влияющих на элементы продуктивности. Наибольшее действие на урожайность гороха оказывали показатели «число фертильных узлов, бобов и зёрен на растении», «семенная продуктивность» и «масса 1000 семян». Значения элементов продуктивности в наших исследова-

ниях зависели как от особенностей генотипа изучаемых образцов, так и от гидротермических условий вегетации и имели различный характер изменчивости (табл 4.).

У сортов, превысивших стандарты по урожайности зерна, также отмечено преимущество по двум и более элементам продуктивности.

За годы исследований отмечена различная степень изменчивости элементов продуктивности как по годам, так и сортам. Сильное варьирование у всех сортообразцов отмечено по показателям «число фертильных узлов», «число бобов», «число зёрен», «семенная продуктивность», причём изменчивость данных признаков снижалась в засушливые годы (2016, 2021). Вариабельность признака «масса 1000 семян» изменялась незначительно по годам (17,68-21,62 %), что свидетельствует о существенном влиянии генотипа на данный признак.

Таблица 4 – Изменчивость элементов продуктивности коллекционных сортообразцов гороха /
Table 4 – Variability of productivity elements of collection pea variety samples

Год исследований / Year of research		Число на растении, шт. / The number on the plant, pcs.			Масса, г / Weight, g	
		фертильных узлов / fertile nodes	бобов / beans	зёрен / grains	семян с растения / seeds per plant	1000 семян / 1000 seeds
2015	Среднее значение / Average value	2,67±0,13	4,10±0,17	17,2±0,9	4,13±0,20	253,0±6,0
	Min-max	1,41-6,70	2,31-7,90	7,9-37,8	2,0-6,7	117,0-389
	CV, %	35,65	31,46	41,74	37,12	17,78
2016	Среднее значение / Average value	2,06±0,05	3,3±0,09	13,2±0,5	2,84±0,10	222,0±5,2
	Min-max	1,10-2,81	2,10-5,52	9,0-24,4	1,5-4,6	102-324
	CV, %	19,08	21,57	21,02	26,36	18,19
2017	Среднее значение / Average value	3,59±0,17	5,53±0,28	17,4±1,1	4,00±0,25	233,0±6,6
	Min-max	1,21-6,70	2,20-8,20	10,2-42,1	1,6-8,3	112-343
	CV, %	35,80	40,25	49,16	48,83	21,62
2019	Среднее значение / Average value	4,02±0,17	7,11±0,26	28,7±1,1	6,50±0,28	228,0±7,4
	Min-max	1,70-7,10	4,0-11,9	11,0-47,4	2,1-11,0	112-361
	CV, %	31,69	28,50	28,56	32,69	21,56
2020	Среднее значение / Average value	2,89±0,10	4,79±0,14	19,2±0,7	3,93±0,16	209,1±5,2
	Min-max	1,20-4,30	3,2-7,1	15,1-47,4	2,4-8,3	127-315
	CV, %	25,39	21,97	28,32	30,12	19,02
2021	Среднее значение / Average value	1,52±0,03	2,08±0,05	7,1±0,2	1,54±0,51	219,4±5,1
	Min-max	1,10-2,70	1,9-3,0	4,1-15,0	1,1-2,5	106-327
	CV, %	16,05	17,55	25,87	25,31	17,68

По признаку «число фертильных узлов на растении» выделено пять образцов, превысивших стандарт Красноуфимский (3,6 шт.): Верхолузская – 4,5 шт., Рябчик – 4,4 шт., Serio – 4,1 шт., Д-13560 – 3,8 шт., Красивый – 3,8 шт. Большинство усатых образцов относятся к сортам детерминантного типа и формируют меньшее количество продуктивных узлов по сравнению с листочковыми формами. Максимальное значение данного признака среди усатых сортообразцов отмечено у Вятич (3,5 шт.), у стандарта Фалёнский усатый – 2,6 шт. В среднем по коллекции данный показатель составил 2,8 шт. Степень варьирования признака «число фертильных узлов» находилась в пределах от 19,07 % (сорт Рябчик) до 63,07 % (сорт Темп).

По признаку «число бобов на растении» (шт.) выделены следующие сортообразцы: Г-21594 – 6,1, Вятич – 6,0, Ps var vittelinum – 6,0, Omega – 5,9, Темп – 5,9, Орёл 330 – 5,8, Верхолузская – 5,7, Д-13560 – 5,6, Северянин – 5,4,

Serio – 5,5, Grana – 5,3. У стандарта Красноуфимский 93 данный показатель составил 4,8 шт., стандарта Фалёнский усатый – 4,9 шт., в среднем по коллекции – 4,5 шт. Все изучаемые сортообразцы отличались высокой вариабельностью признака «число бобов на растении» – от 25,5 до 65,5 %. Наименьшие пределы варьирования данного признака отмечены у сортов Рябчик (25,5 %) и Г-24596 (27,0 %).

По признаку «число зёрен на растении» (шт.) выделены сортообразцы: Верхолузская – 27,1, Г-21594 – 24,4, Д-13560 – 24,1, Вятич – 24,0, Serio – 23,5, Ps var vittelinum – 23,1, Стабил – 21,6, АЗ-95-614 – 21,6, Темп – 21,1, Г-24596 – 21,1, Lasma – 20,9, Omega – 20,4, у стандартов Красноуфимский 93 и Фалёнский усатый – 17,9 и 15,6 шт. соответственно, в среднем по коллекции – 17,1 шт. Изменчивость сортообразцов по данному признаку находилась в пределах от 26,6 % (Г-24596) до 78,50 % (Мир-3).

Наиболее высокая семенная продуктивность (г) получена у сортообразцов: Стабил – 5,6, Grana – 5,3, Omega – 5,2, Г-21594 – 4,8, Линия 11 – 4,8, Lasma – 4,8, Готиевский – 4,7, Аз-95-614 – 4,5, Ангела – 4,4, Фалёнский усатый – 4,4, Темп – 4,3, Tigra – 4,2, Г-24596 – 4,2, Флора – 4,1 и других. У стандартов Красноуфимский 93 и Фалёнский усатый масса семян с растения составила соответственно 3,3 и 4,4 г, в среднем по коллекции – 3,0 г. Вариабельность данного признака у изучаемых сортообразцов составила от 27,8 (L-1726) до 80,2 % (Мир-3).

Масса 1000 семян является важным технологическим признаком сорта. Данный показатель имеет значение при выборе направления селекции гороха. Сорта зернофуражного назначения преимущественно имеют крупное выравненное зерно, что обеспечивает больший выход продукции. В селекции сортов укосного направления преимущество отдают сортам с мелкими семенами, что позволяет снижать норму высева и увеличивать посевные площади.

Согласно классификатору СЭВ⁴, очень мелким считается зерно с массой 1000 семян менее 51 г, мелким – 51-150 г, средним – 151-250 г, крупным – 251-350 г, очень крупным – более 350 г. Масса 1000 семян в среднем по коллекции составила 229 г, варьировала от 111 до 343 г. У 38 сортообразцов (66 %) масса 1000 семян отмечена в пределах от 151 до 250 г, три сортообразца (5 %) имели менее 150 г, у 20 сортов (34 %) – более 251 г. Крупное зерно сформировали образцы Tigra (343 г), Ji1027 Ramto (296 г), Корал (289 г), Заводоуковский (287 г), Ортюм (271 г), Универ (266 г), Ангела (266 г), Памяти Хангильдина (259 г). Наиболее низкая масса 1000 семян получена у сортов Верхолузская (111 г), L-1726 (129 г). В среднем масса 1000 семян сортообразцов с усатым типом листа (238 г) была выше, чем у листочковых образцов (218 г). Величина данного признака стандартов Красноуфимский 93 и Фалёнский усатый составила соответственно 184 и 255 г.

Вариабельность признака «масса 1000 семян» у изучаемых сортообразцов была небольшой относительно других признаков (CV = 5,4-15,6 %). По данному признаку 26 сортообразцов имели коэффициент вариации менее 10 %, высокой стабильностью отличались Флора, Готиевский, Универ, Лавр, Г-24596 – 5,4, 7,6, 7,7, 8,1 и 8,4 % соответственно.

Проведение корреляционного анализа позволило определить взаимосвязи между

урожайностью зерна и составляющими её элементами продуктивности: «число фертильных узлов», «число бобов», «число зёрен», «масса семян с растения», «масса 1000 семян». Во все годы исследований установлена положительная достоверная связь средней степени между урожайностью и массой семян с растения ($r = 0,29...0,50$, $p \leq 0,05$). В наиболее благоприятные по погодным условиям годы (2015, 2019) отмечена положительная корреляция средней степени с массой 1000 семян ($r = 0,46$ и $0,38$ соответственно, $p \leq 0,05$). В остальные годы связь между данными признаками была несущественной ($r = -0,17...0,15$). Достоверная корреляция средней степени между урожайностью и числом фертильных узлов отмечена в 2017 г. ($r = 0,40$, $p \leq 0,05$), в остальные годы связь между данными признаками отсутствовала ($r = 0,01...0,07$). Взаимосвязь между урожайностью и числом бобов была незначительной во все годы исследований ($r = -0,07...0,22$). Корреляция средней степени между урожайностью и числом зёрен на растении отмечена в 2015 г., 2017 и 2019 гг. ($r = 0,38$; $0,50$ и $0,41$ соответственно, $p \leq 0,05$), в 2016 г., 2017 и 2021 гг. между данными признаками установлена слабая зависимость ($r = -0,08...0,14$).

Между отдельными элементами продуктивности также установлены корреляционные связи различной степени. Существенные взаимосвязи ($p \leq 0,01$) отмечены между числом фертильных узлов и бобов на растении ($r = 0,60...0,92$), семенной продуктивностью и числом зёрен ($r = 0,57...0,88$). Обратная корреляционная зависимость различной степени отмечена между массой 1000 семян и числом фертильных узлов ($r = -0,15...-0,48$), числом бобов ($r = -0,17...-0,41$), числом зёрен ($r = -0,06...-0,59$).

Продолжительность вегетационного периода является важным биологическим свойством растений гороха, влияющим как на ареал распространения сорта, так и на возможность использования в качестве исходного материала при создании новых сортов [16]. Данный признак обусловлен как генетическими особенностями сорта, так и влиянием погодных условий за вегетационный период. Период «всходы-созревание» варьировал в зависимости от генотипических и агрометеорологических особенностей от 58 до 98 суток. У изучаемых сортообразцов отмечено снижение продолжительности вегетационного периода в жарких и засушливых условиях. Самый короткий вегетационный

⁴Международный классификатор СЭВ рода *Pisum* L. 1986.

период отмечен в 2021 г. – в среднем 60 суток (пределы варьирования 55-67 суток), наиболее продолжительный в 2019 г. – в среднем 90 суток (81-98 суток). В условиях Волго-Вятского региона предпочтительны сорта со средней продолжительностью вегетационного периода, т. к. скороспелые сорта формируют меньшее количество фертильных узлов и бобов на растении; у позднеспелых сортов есть риск попадания под влияние неблагоприятных погодных условий и патогенных факторов.

Продолжительность вегетационного периода у изучаемых сортообразцов в среднем составила от 66 до 79 суток. Наиболее короткий период вегетации отмечен у сортообразцов 794/95 (66 суток), Приазовский (68 суток) и Чибис (68 суток), более продолжительный (79 суток) – у Мелькак. Большинство сортообразцов отнесены к среднеспелой группе с продолжительностью вегетационного периода 70-75 суток (рис. 3).

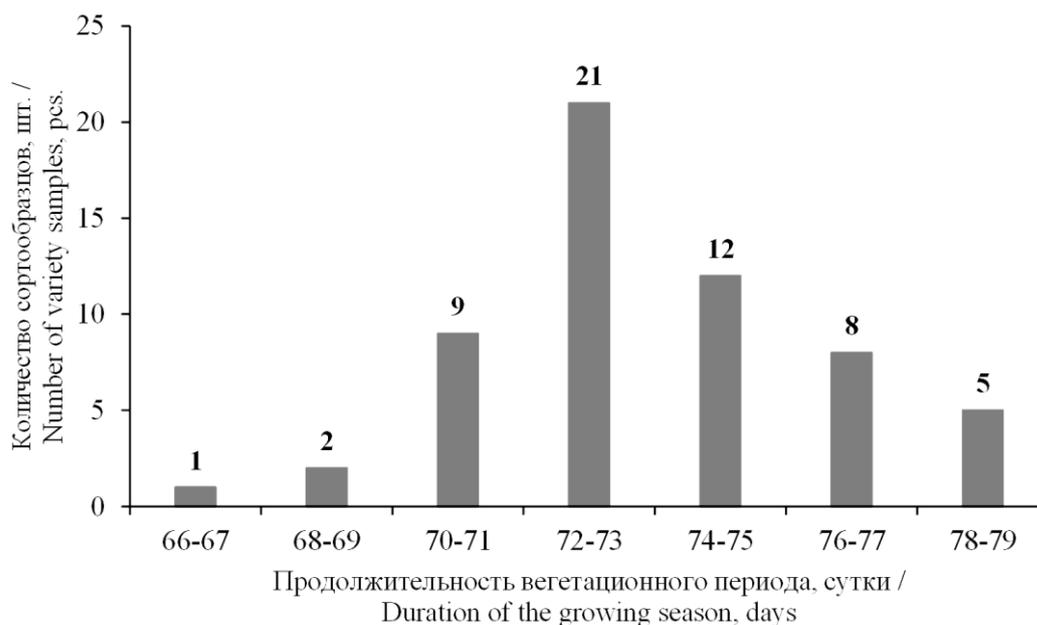


Рис. 3. Распределение коллекционных сортообразцов по продолжительности вегетационного периода (в среднем за 2015-2021 гг.) /

Fig. 3. Distribution of collection variety samples by the duration of the growing season (on average for 2015-2021)

С целью установления влияния продолжительности вегетационного периода на урожайность и показатели элементов продуктивности был проведён корреляционный анализ. Корреляционная связь продолжительности вегетационного периода средней степени выявлена с числом фертильных узлов ($r = 0,27...0,60$) и числом бобов ($r = 0,26...0,61$), максимальные значения коэффициентов корреляции статистически значимы при $p \leq 0,01$. Не отмечено существенной взаимосвязи с урожайностью зерна ($r = 0,03...0,17$) и семенной продуктивностью ($r = 0,05...0,18$). Влияние периода вегетации на массу 1000 семян было неоднозначным: в засушливых условиях 2016 и 2021 гг. отмечена обратная корреляционная зависимость средней степени ($r = -0,26...-0,31$), в 2020 г. связь была средней положительной ($r = 0,36$) на 5%-ном уровне значимости. В 2015, 2017 и

2019 гг. существенная взаимосвязь между данными признаками отсутствовала ($r = 0,05...0,13$).

Заключение. В результате проведённых исследований по оценке коллекционных сортообразцов гороха в условиях Кировской области выделены источники хозяйственно ценных признаков. Наиболее высокая урожайность зерна ($\text{г}/\text{м}^2$) получена у сортообразцов: Тигра (353), Стабил (336), Вятич (308), Флора (286), Г-21594 (283).

Выделены сортообразцы с высокими значениями элементов продуктивности: Верхлузская, Г-21594, Д-13560, Serio, Grana, Вятич, Стабил, Omega и т. д. Большинство сортообразцов имели средние по крупности семена (масса 1000 семян от 151 до 250 г). Высокая изменчивость у сортообразцов отмечена по показателям «урожайность зерна», «число фертильных узлов, бобов и зёрен на растении», «семенная продук-

тивность», низкая изменчивость – у признака «масса 1000 семян».

Большинство сортообразцов имели продолжительность вегетационного периода 70-75 суток, т. е. относятся к среднеспелым сортам.

Выделившиеся по ряду признаков сортообразцы представляют интерес для дальнейшей селекционной работы в качестве исходных форм для создания новых сортов гороха.

Список литературы

1. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядунова В. С. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации. Зернобобовые и крупяные культуры. 2018;(2(26)):4-9. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-10008> EDN: UQRBKK
2. Зотиков В. И., Вилунов С. Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):381-387. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.041> EDN: FAXQBC
3. Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В., Майстренко О. А. Изучение биохимических свойств муки зернобобовых культур (горох, соя), физических и хлебопекарных показателей теста смесей с пшеничной мукой. Зерновое хозяйство России. 2022;(1):65-69. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-65-69> EDN: STVXZH
4. Meurer M. C., De Souza D., Damasceno L., Marczak F. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). Journal of Food Engineering. 2020;265:109688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109688>
5. Антипова Л. В., Толпыгина И. Н., Успенская М. Е., Попов В. И. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства растительных белков. Гигиена и санитария. 2015;94(9):51-54. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25462657> EDN: VLFENP
6. Зотиков В. И., Полухин А. А., Грядунова Н. В., Сидоренко В. С., Хмызова Н. Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений. Зернобобовые и крупяные культуры. 2020;(4(36)):5-17. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11198> EDN: BPRYFH
7. Гурьев Г. П., Васильчиков А. Г., Наумкин В. В. Сравнительное изучение симбиотической азотфиксации у гороха и сои. Земледелие. 2016;(5):17-19.
8. Зотиков В. И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур. Зернобобовые и крупяные культуры. 2020;(3(35)):12-20. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11179> EDN: WBTNVU
9. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н. Изучение взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного. Зерновое хозяйство России. 2020;(3(69)):3-7. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-69-3-3-7> EDN: BXFPJG
10. Вишнякова М. А. Коллекция генетических ресурсов зернобобовых ВИР как неотъемлемая составляющая основы продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности. Зернобобовые и крупяные культуры. 2017;(3(23)):29-32. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29924503> EDN: ZEVUEF
11. Синюшин А. А., Аш О. А., Хартина Г. А. Генетическая коллекция гороха посевного (*Pisum sativum* L.) кафедры генетики биологического факультета МГУ и её применение в научных исследованиях. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2016;177(3):47-60. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-3-47-60> EDN: WWJVHN
12. Лепехов С. Б. Методы подбора пар для скрещиваний в селекции на урожайность у самоопыляющихся культур. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017;178(4):76-89. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-4-76-89> EDN: YUZUJI
13. Вишнякова М. А., Александрова Т. Г., Буравцева Т. В., Бурляева М. О., Егорова Г. П., Семёнова Е. В., Сеферова Е. В., Сеферова И. В., Суворова Г. Н. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(2):109-123. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-109-123> EDN: KNEONG
14. Филатова И. А. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Земледелие. 2018;(6):44-47. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10612> EDN: YOEGQH
15. Kučerová J. Some correlation between parameters of winter wheat technological quality. Acta Univ. Arg. Silvicult. Mendelianae – Brunensis. 2006;54(1):23-30. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun200654010023>
16. Коробов А. П., Коробова Н. А., Лысенко А. А., Шапошникова Ю. В. Вегетационный период коллекционных образцов гороха. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016;(3(59)):52-55. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26454960> EDN: WGXTOP

References

1. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Gryadunova V. S. Development of production of leguminous crops in the Russian Federation. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2018;(2(26)):4-9. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-10008>

2. Zotikov V. I., Vilyunov S. D. Present-day breeding of legumes and groat crops in Russia. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):381-387. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.041>

3. Shabolkina E. N., Anisimkina N. V., Maistrenko O. A. The study of biochemical properties of legume flour (peas, soybeans), physical and baking indicators of the dough from mixtures with wheat flour. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2022;(1):65-69. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-65-69>

4. Meurer M. C., De Souza D., Damasceno L., Marczak F. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). *Journal of Food Engineering*. 2020;265:109688.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109688>

5. Antipova L. V., Tolpygina I. N., Uspenskaya M. E., Popov V. I. Hygienic aspects and prospects for domestic production of vegetable proteins. *Gigiena i sanitariya* = Hygiene and Sanitation. 2015;94(9):51-54. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25462657>

6. Zotikov V. I., Polukhin A. A., Gryadunova N. V., Sidorenko V. S., Khmyzova N. G. Development of production of leguminous and groat crops in Russia based on the use of selection achievements. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2020;(4(36)):5-17. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11198>

7. Gurjev G. P., Vasilchikov A. G., Naumkin V. V. Comparative study of symbiotic nitrogen fixation of pea and soybean. *Zemledelie*. 2016;(5):17-19. (In Russ.).

8. Zotikov V. I. Domestic breeding of leguminous and cereal crops. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2020;(3(35)):12-20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11179>

9. Ashiev A. R., Khabibullin K. N. The study of correlation between productivity and morphobiological traits of the collection peas samples. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2020;(3):3-7. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-69-3-3-7>

10. Vishnyakova M. A. VIR collection of genetic resources of grain legumes as an incorporative part of food, ecological and bio-resource safety. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2017;(3(23)):29-32. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29924503>

11. Sinjushin A. A., Ash O. A., Khartina G. A. Germplasm collection of a garden pea (*Pisum sativum* L.) and its application in researches. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2016;177(3):47-60. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-3-47-60>

12. Lepkhov S. B. Methods of choosing parental pairs for crosses in the breeding of self-pollinating crops for yield. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2017;178(4):76-89. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-4-76-89>

13. Vishnyakova M. A., Aleksandrova T. G., Buravtseva T. V., Burlyaeva M. O., Egorova G. P., Semenova E. V., Seferova I. V., Suvorova G. N. Species diversity of the VIR collection of grain legume genetic resources and its use in domestic breeding. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019;180(2):109-123. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-109-123>

14. Filatova I. A. Formation of productivity elements of pea depending on weather conditions of the vegetation period. *Zemledelie*. 2018;(6):44-47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10612>

15. Kučerová J. Some correlation between parameters of winter wheat technological quality. *Acta Univ. Arg. Silvicult. Mendelianae – Brunensis*. 2006;54(1):23-30. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun200654010023>

16. Korobov A. P., Korobova N. A., Lysenko A. A., Shaposhnikova Yu. V. Vegetation period of collection pea samples. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2016;(3(59)):52-55. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26454960>

Сведения об авторах

✉ Пислегина Светлана Сергеевна, научный сотрудник, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0553-7707>

Четвертных Светлана Александровна, младший научный сотрудник, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5198-7106>

Information about the authors

✉ Svetlana S. Pislegina, researcher, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0553-7707>

Svetlana A. Chetvertnykh, junior researcher, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5198-7106>

✉ – Для контактов / Corresponding author