

## Влияние погодных условий на продолжительность вегетационного периода и продуктивность гороха

© 2020. С. С. Пислегина✉, С. С. Четвертных

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

В период с 2012 по 2019 год в условиях Кировской области проведены исследования по изучению влияния гидротермических факторов (температура, осадки) на продолжительность вегетационного периода гороха, урожайность и составляющие её элементы продуктивности. Объектами исследования служили 3 сорта гороха различного морфотипа селекции Фалёнской селекционной станции (Фалёнский юбилейный, Рябчик, Фалёнский усатый). Погодные условия за время проведения исследований были контрастными по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Наиболее благоприятные условия для вегетации гороха сложились в 2014 и 2015 гг., неблагоприятные – в 2013, 2016 и 2018 гг. Для изучения влияния погодных условий на продолжительность вегетационного и межфазных периодов, урожайность и показатели элементов продуктивности гороха был проведён корреляционный анализ. Установлено, что на длительность периода вегетации в большей степени повлиял режим увлажнения ( $r = 0,71...0,76$ ), влияние температурного режима было не существенным. Наиболее высокая урожайность зерна у всех сортов получена в 2014 г. ( $5,5...6,4$  т/га), наиболее низкая – в 2013 г. ( $1,9...2,3$  т/га) и 2018 г. ( $1,3...2,5$  т/га). Отмечена тесная корреляционная зависимость урожайности с продолжительностью периода «цветение-созревание» ( $r = 0,77...0,86$ ) и вегетационного периода в целом ( $r = 0,72...0,87$ ). В большей степени на урожайность сорта Фалёнский юбилейный оказали влияние осадки за вегетационный период ( $r = 0,70$ ), у сортов Рябчик и Фалёнский усатый значимой корреляционной зависимости между данными признаками не наблюдалось. Гидротермические условия не оказали существенного влияния на формирование элементов продуктивности (кроме массы 1000 семян). Урожайность сорта Фалёнский юбилейный зависела от числа фертильных узлов ( $r = 0,86$ ), числа бобов ( $r = 0,88$ ), числа зёрен ( $r = 0,94$ ) и массы семян с растения ( $r = 0,85$ ).

**Ключевые слова:** *Pisum L.*, гидротермические факторы, урожайность, элементы продуктивности, корреляция

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема №0528-2019-0097).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Пислегина С. С., Четвертных С. С. Влияние погодных условий на продолжительность вегетационного периода и продуктивность гороха. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(5):521-530. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.521-530>

Поступила: 03.03.2020

Принята к публикации: 25.09.2020

Опубликована онлайн: 22.10.2020

## Influence of weather conditions on the duration of the growth season and yield of peas

© 2020. Svetlana S. Pislegina✉, Svetlana A. Chetvertnykh

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

During the period from 2012 to 2019 in the conditions of the Kirov region there were some studies aimed at investigating the influence of hydrothermal factors (temperature, precipitation) on the duration of pea growth season, yield and constituent elements of yield productivity. The study objects were 3 pea varieties of different morphotypes bred by the Falenki Breeding Station (Falenskiy yubileynyy, Ryabchik, Falenskiy usatyy). The weather conditions during the research were contrasting in temperature regime and the amount of precipitation. The most favourable conditions for pea growth season were in 2014 and 2015, adverse conditions were in 2013, 2016 and 2018. The correlation analysis was undertaken to study the influence of weather conditions on the duration of the growth and interphase periods, yield and indicators of productivity elements of peas. It has been established that the duration of the growth season was largely influenced by the moisture regime ( $r = 0.71...0.76$ ), the influence of the temperature regime was not significant. The highest grain yield of all varieties was obtained in 2014 ( $5.5...6.4$  t/ha), the lowest in 2013 ( $1.9...2.3$  t/ha) and in 2018 ( $1.3...2.5$  t/ha). There was a close correlation dependence of the yield and the duration of the "flowering-ripening" period ( $r = 0.77...0.86$ ) and the growth season in general ( $r = 0.72...0.87$ ). Precipitation during the growth season influenced mostly on the yield of the Falenskiy yubileynyy ( $r = 0.70$ ), Ryabchik and Falenskiy usatyy varieties had no significant correlation dependence between these characteristics. Hydrothermal conditions did not have significant effect on the productivity elements formation (except the mass of 1000 seeds). The significant influence on the yield formation of the Falenskiy yubileynyy variety was made by the number of rich pasture joints ( $r = 0.86$ ), number of beans ( $r = 0.88$ ), number of grains ( $r = 0.94$ ) and the mass of seeds per plant ( $r = 0.85$ ).

**Keywords:** *Pisum L.*, hydrothermal factors, yield, elements of productivity, correlation

**Acknowledgment:** 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 Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky (theme No. 0528-2019-0097).

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

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citations:** Pislegina S. S., Chetvertnykh S. A. Influence of weather conditions on the duration of the growth season and the yield of peas. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(5):521-530. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.521-530>

Received: 03.03.2020

Accepted for publication: 25.09.2020 Published online: 22.10.2020

Горох (*Pisum* L.) – важнейшая продовольственная и кормовая культура в Российской Федерации. В зерне гороха содержится 20-35 % белка, отличающегося высокой биологической ценностью (74-85 %). Белок гороха легко усваивается человеком и животными, содержит почти все незаменимые аминокислоты (кроме метионина), а по содержанию лизина значительно превосходит другие зернобобовые культуры. Горох содержит в своём составе большое количество витаминов (А, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, С, РР и др.) и микроэлементов (железо, магний, кальций, селен и др.). Вегетативная масса и солома гороха также обладают высокими кормовыми достоинствами: содержание сырого протеина в перерасчёте на сухое вещество достигает 25 %, в соломе – 7,5 % [1, 2, 3].

В системе семеноводства горох имеет большое агротехническое значение, являясь одним из лучших предшественников под яровые и озимые хлеба. По сравнению с другими зернобобовыми культурами, в производственном отношении горох является менее затратным и более приспособленным к различным условиям среды [4].

Благодаря высокой пластичности, холодостойкости и наличию большого количества сортов, горох имеет широкий ареал распространения и возделывается в большинстве регионов РФ [5]. В структуре производства зернобобовых культур на его долю приходится 74 % [6]. При этом несмотря на спад объёмов производства гороха в конце прошлого века, в настоящее время наблюдается постепенное наращивание посевных площадей под данной культурой. Так, в период с 2016 по 2018 год производство гороха в России увеличилось в 1,5 раза и достигло 3,3 млн тонн [7]. Основные посевные площади, занятые под горохом, находятся в Центрально-Чернозёмном, Северо-Кавказском, Средневолжском, Волго-Вятском, Северо-Западном, Восточно-Сибирском регионах. Лидирующее положение по посевам занимают Ставропольский край (139 тыс. га), Алтайский край (100 тыс. га) и Ростовская область (82 тыс. га) [8].

Однако для рационального развития сельского хозяйства посевных площадей, занятых под горохом в настоящее время, недостаточно [7]. Несмотря на высокую ценность, по валовому сбору зерна горох значительно уступает зерновым злаковым культурам. Основной причиной, сдерживающей производство гороха, является его зависимость от гидротермических факторов, причём влияние неблагоприятных погодных условий сказывается как на развитии вегетативной части растений, так и на урожайности и содержании белка [9]. Формирование продуктивности гороха происходит под влиянием ряда факторов: гидротермические условия, технология возделывания, а также индивидуальная реакция сортов на эти условия, обусловленная взаимодействием генотипа и условий среды [10, 11]. Негативное влияние на развитие растений гороха и получение высоких урожаев оказывают как высокие среднесуточные температуры и избыточное количество осадков, так и недостаток тепла и влаги. По данным исследователей, оптимальный уровень ГТК для гороха составляет 1,2-1,3 [12, 13].

В решении проблемы повышения урожайности и качества зерна ключевая роль принадлежит сорту, поэтому создание современных конкурентоспособных сортов гороха может стать фундаментом для стабильного сбалансированного кормопроизводства [14, 15]. Исследование влияния гидротермических факторов на урожайность и показатели элементов продуктивности является важным этапом в селекции новых адаптивных сортов гороха.

**Цель исследований** – определить степень влияния гидротермических факторов (температура, осадки) на продолжительность вегетационного периода, формирование урожайности и элементов продуктивности сортов гороха в условиях Кировской области.

**Материал и методы.** Исследования проводили в 2012-2019 гг. на опытном поле Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (восточный агропочвенный район центральной климатиче-

ской зоны Кировской области). Почва опытного участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, минеральный фон – N32P32K32, предшественник – картофель. Объектами исследований служили сорта гороха конкурсного сортоиспытания: Фалёнский юбилейный (листочковый, среднестебельный, белоцветковый), Рябчик (листочковый, среднестебельный, окрашеноцветковый), Фалёнский уса́тый (уса́тый, укороченостебельный, белоцветковый). Посев проводили в I-II декаде мая сеялкой ССФК-7, уборку – в фазу полной спелости комбайном «САМПО-130». Норма высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га. Учётная площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. Агротехника общепринятая для селекции и семеноводства гороха в данной агроклиматической зоне.

Наблюдения и учёты проводили согласно методическим указаниям Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур<sup>1</sup>. Исследуемые образцы оценивали по продолжительности периода вегетации и составляющих его фаз. В лабораторных условиях проведён биометрический анализ количественных признаков по следующим параметрам: число продуктивных узлов, бобов и семян на растении; масса семян с растения; масса 1000 семян. Статистическую обработку данных дисперсионным и корреляционным анализами проводили с использованием пакета программ AGROS версия 2.07. Анализ погодных условий вегетационного периода проводили с использованием показателя ГТК по Селянинову<sup>2</sup> (стандартный, общепринятый показатель).

Погодные условия 2012-2019 гг. контрастно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков в период вегетации гороха. Наиболее благоприятные условия для развития растений гороха и формирования высокой продуктивности сложились в 2014 и 2015 гг. Самыми засушливыми были 2013 и 2016 гг., когда количество выпавших осадков за вегетационный период составило 102 и 101 мм соответственно. Наибольшее количество осадков выпало в 2019 году. По температурному режиму самыми «жаркими» были 2016 и 2018 гг., когда среднесуточные температуры значительно превысили многолетние показатели, наиболее низкие среднесуточные температуры отмечены в 2017 и 2019 гг. (табл. 1). Сумма активных температур (выше +10 °C) в течение периода

вегетации находилась в пределах от 1106 °C (2012 г.) до 1458 °C (2014 г.), показатель ГТК варьировал от 0,62 (2013 г.) до 2,52 (2019 г.) (рис. 1).

Ураган, прошедший в июле 2017 г., стал причиной сильного полегания и массовой гибели растений гороха, что сильно отразилось на урожайности зерна, поэтому при оценке сортов учитывали только количественные признаки, определяющие продуктивность гороха, а также продолжительность вегетационного периода и составляющих его фаз. Данные по урожайности не учитывали в силу их необъективности.

**Результаты и их обсуждение.** Продолжительность вегетационного периода является одним из важнейших показателей при оценке сортов гороха. Длительность данного периода определяется не только генотипическими особенностями сорта, но и в большой степени зависит от погодных условий года.

Общая продолжительность вегетационного периода зависит в основном от длительности двух основных фаз: «всходы-цветение» и «цветение-созревание». В фазу «всходы-цветение» происходит нарастание вегетативной массы и развитие репродуктивных органов, в фазу «цветение-созревание» формируется число семян в бобе и происходит созревание зерна.

Длительность периода вегетации и межфазных периодов тем больше, чем ниже среднесуточные температуры в это время. В условиях Кировской области период «всходы-цветение» приходится на конец мая-июнь. В наших исследованиях продолжительность данного периода у изучаемых сортов варьировала в зависимости от погодных условий от 29 до 47 суток. Наиболее длительный период от всходов до цветения отмечен в 2014, 2017 и 2019 гг. при температуре 14,0-15,1 °C, минимальная продолжительность данной фазы отмечена в 2012 и 2013 гг. при температуре 17,3-18,4 °C. Период «цветение-созревание» у всех сортов имел значительное варьирование по годам и приходился на конец июля-август. Самые быстрые темпы развития гороха в этот период отмечены в 2013 и 2016 гг. при среднесуточной температуре июля 20,3 °C. Наиболее длительная фаза «цветение-созревание» отмечена в 2019 г. при температуре в июле-августе 15,9-13,0 °C.

<sup>1</sup>Методика госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М., 1985. 240 с.

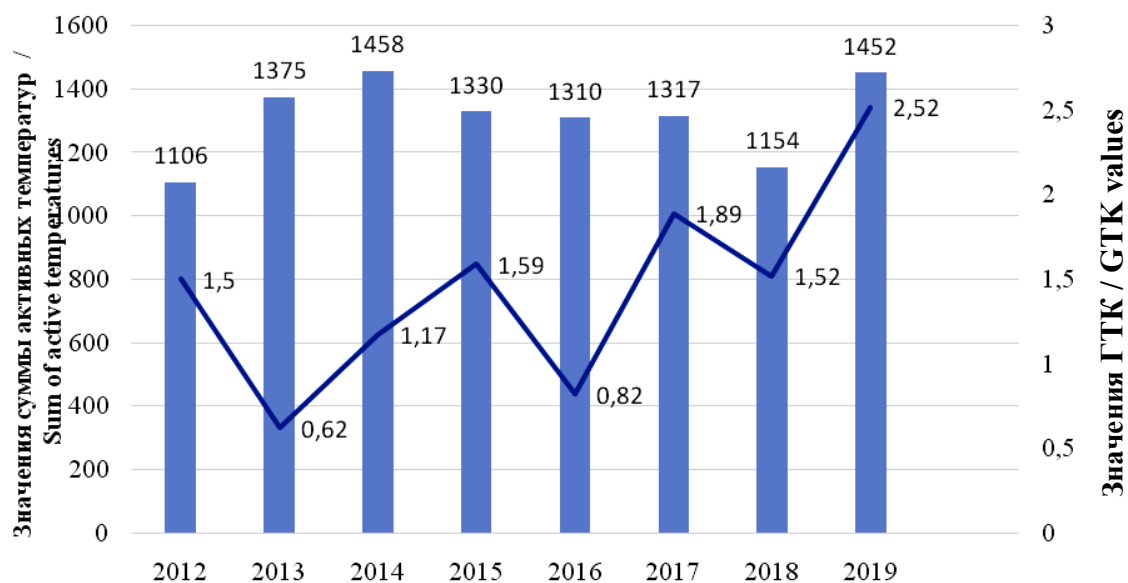
<sup>2</sup>Синицина Н. И., Гольцберг И. А., Струнников Э. А. Агрометеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1973. С. 23.

*Таблица 1 – Метеорологические условия по данным Фалёнской метеостанции (2012-2019 гг.) /  
Table 1 – Meteorological conditions according to the data of the Falenki meteorological observing station (2012-2019)*

| Год /<br>Years | Температура воздуха, °C / Air temperature, °C |                        |                      |                        |                      |                        |                      |                        |
|----------------|---|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                | май / may                                     |                        | июнь / june          |                        | июль / july          |                        | август / august      |                        |
|                | среднее /<br>average                          | ± к норме /<br>to norm | среднее /<br>average | ± к норме /<br>to norm | среднее /<br>average | ± к норме /<br>to norm | среднее /<br>average | ± к норме /<br>to norm |
| 2012           | 9,6   | -0,7                   | 17,3                 | +1,3                   | 19,1                 | +1,3                   | 16,3                 | +1,6                   |
| 2013           | 11,9  | +1,7                   | 18,4                 | +2,4                   | 19,5                 | +1,8                   | 17,4                 | +2,7                   |
| 2014           | 14,4  | +4,1                   | 14,8                 | -1,2                   | 15,5                 | -2,3                   | 17,3                 | +2,6                   |
| 2015           | 13,9  | +3,7                   | 18,0                 | +2,0                   | 14,9                 | -2,9                   | 13,4                 | -1,3                   |
| 2016           | 13,1  | +2,9                   | 15,9                 | -0,1                   | 20,3                 | +2,5                   | 20,9                 | +6,2                   |
| 2017           | 7,5   | -2,7                   | 14,0                 | -2,0                   | 17,3                 | -0,5                   | 16,6                 | +1,9                   |
| 2018           | 10,6  | +0,4                   | 14,1                 | -1,9                   | 20,3                 | +2,5                   | 16,0                 | +1,3                   |
| 2019           | 13,2  | +3,0                   | 15,1                 | -0,9                   | 15,9                 | -1,9                   | 13,0                 | -1,7                   |

|      | Осадки, мм / Precipitation, mm |                        |                         |                        |                         |                        |                         |                        |
|------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|      | май / may                      |                        | июнь / june             |                        | июль / july             |                        | август / august         |                        |
|      | за месяц /<br>per month        | ± к норме /<br>to norm | за месяц /<br>per month | ± к норме /<br>to norm | за месяц /<br>per month | ± к норме /<br>to norm | за месяц /<br>per month | ± к норме /<br>to norm |
| 2012 | 63,6                           | +17,6                  | 95,1                    | +29,1                  | 65,9                    | -11,1                  | 122,3                   | +56,3                  |
| 2013 | 26,2                           | -19,8                  | 49,6                    | -16,4                  | 47,9                    | -29,1                  | 15,0                    | -51,0                  |
| 2014 | 8,9                            | -37,3                  | 108,0                   | +41,9                  | 49,4                    | -27,5                  | 82,5                    | +16,5                  |
| 2015 | 31,0                           | +15,2                  | 74,9                    | +8,8                   | 80,4                    | +3,5                   | 132,0                   | +66,0                  |
| 2016 | 11,2                           | -35,0                  | 15,6                    | -50,5                  | 51,0                    | -25,9                  | 32,2                    | -33,8                  |
| 2017 | 58,9                           | +12,7                  | 58,6                    | -7,5                   | 158,9                   | +82,0                  | 24,5                    | -41,5                  |
| 2018 | 58,1                           | +11,9                  | 77,2                    | +11,2                  | 73,8                    | -3,1                   | 44,3                    | -21,7                  |
| 2019 | 33,0                           | -13,0                  | 108,0                   | +42,0                  | 75,3                    | -1,7                   | 157,3                   | +91,3                  |



*Рис. 1. Значения ГТК и суммы активных температур вегетационных периодов (2012-2019 гг.) /  
Fig. 1. Values of GTC and sum of active temperatures of the growth seasons (2012-2019)*

Гидротермические условия вегетации оказали влияние не только на длительность межфазных периодов, но и на соотношение их продолжительности. Так, в наиболее благоприятные по влагообеспеченности и температурному режиму годы (2012, 2014, 2015 гг., ГТК = 1,50, 1,17, 1,59 соответственно) и в условиях избыточного увлажнения (2017, 2019 гг., ГТК = 1,89 и 2,52) продолжительность фазы «цветение-созревание» была в среднем на 10-12 суток длиннее фазы «всходы-цветение».

В наиболее засушливые годы (2013, 2016 гг., ГТК = 0,62 и 0,82) наблюдалось обратное соотношение: период «цветение-созревание» был в среднем на 2-6 суток короче периода «всходы-цветение». В 2018 г. из-за высоких среднесуточных температур в июле-начале августа также произошло сокращение периода «цветение-созревание». Продолжительность вегетационного периода у исследуемых сортов, как и составляющие её фазы, также существенно различалась по годам (табл. 2).

**Таблица 2 – Продолжительность вегетационного и межфазных периодов у сортов гороха, сут (2012-2019 гг.) /**

**Table 2 – The duration of the growth and interphase periods of pea varieties, day (2012-2019)**

| Год /<br>Year | Фалёнский юбилейный /<br>Falenskiy yubileynyy |   |                                       | Рябчик / Ryabchik                    |   |                                       | Фалёнский усатый /<br>Falenskiy usatyy |   |                                       |
|---------------|---|---|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|--|---|---------------------------------------|
|               | всходы-цветение /<br>seeds-flowering          | цветение-<br>созревание /<br>flowering-ripening | всходы-созревание /<br>seeds-ripening | всходы-цветение /<br>seeds-flowering | цветение-<br>созревание /<br>flowering-ripening | всходы-созревание /<br>seeds-ripening | всходы-цветение /<br>seeds - flowering | цветение-<br>созревание /<br>flowering-ripening | всходы-созревание /<br>seeds-ripening |
| 2012          | 33  | 41  | 74                                    | 29                                   | 34  | 63                                    | 31                                     | 35  | 66                                    |
| 2013          | 35  | 29  | 64                                    | 31                                   | 26  | 57                                    | 32                                     | 29  | 61                                    |
| 2014          | 47  | 41  | 88                                    | 37                                   | 51  | 88                                    | 43                                     | 44  | 87                                    |
| 2015          | 35  | 51  | 86                                    | 31                                   | 43  | 74                                    | 33                                     | 41  | 74                                    |
| 2016          | 36  | 34  | 70                                    | 35                                   | 36  | 71                                    | 35                                     | 27  | 62                                    |
| 2017          | 41  | 46  | 87                                    | 36                                   | 44  | 80                                    | 38                                     | 46  | 84                                    |
| 2018          | 34  | 30  | 64                                    | 30                                   | 34  | 64                                    | 34                                     | 32  | 66                                    |
| 2019          | 36  | 55  | 91                                    | 41                                   | 51  | 92                                    | 41                                     | 49  | 90                                    |

Так, у сорта Фалёнский юбилейный вегетационный период составил 64-91 день (коэффициент вариации 14,4 %), у сорта Рябчик – 57-92 дня (коэффициент вариации 16,9 %), у сорта Фалёнский усатый – 61-90 дней (коэффициент вариации 13,6 %). Наиболее короткий вегетационный период у всех сортов отмечен в 2013 г., самый длительный – в 2019 г., когда количество выпавших осадков превысило в несколько раз средние многолетние показатели, при этом среднесуточная температура была значительно ниже многолетних значений.

Для изучения влияния погодных условий на продолжительность вегетационного периода и составляющих его фаз был проведён корреляционный анализ. Расчёт корреляционной связи показал, что наибольшее влияние гидротермические условия оказали на продолжительность периода «цветение-созревание»,

связь с периодом «всходы-цветение» была незначительной. На продолжительность вегетационного периода гороха более сильное влияние оказал режим увлажнения (табл. 3).

Урожайность зерна изучаемых сортов за годы исследований существенно различалась. Установлено, что наиболее высокая урожайность у всех сортов получена в годы со средними значениями температур и средним уровнем осадков. Максимальная урожайность получена в 2014 году, достаточно высокая урожайность получена в 2015 г. (рис. 2). В 2013, 2016 и 2018 гг. урожайность зерна была достаточно низкой. В годы с избыточным увлажнением (2012, 2019) отмечен средний уровень урожайности. У всех сортов отмечена высокая вариабельность урожайности по годам (CV = 38,4-59,4 %).

Таблица 3 – Зависимость продолжительности фаз развития растений сортов гороха от гидротермических условий вегетации (2012-2019 гг.) /

Table 3 – Dependence of the duration of development phases of pea varieties on the hydrothermal growth conditions (2012-2019)

| Сорт /<br>Variety                             | Период / Period                             | Коэффициент корреляции (r) /<br>Correlation coefficient (r) |  |              |
|---|---|---|--|--------------|
|   |   | сумма активных температур /<br>sum of active temperatures   | количество выпавших осадков /<br>amount of precipitation | ГТК /<br>GTC |
| Фалёнский юбилейный /<br>Falenskiy yubileynyy | Всходы-цветение / Seeds-flowering           | -0,31   | 0,21   | -0,04        |
|   | Цветение-созревание /<br>Flowering-ripening | 0,77*   | 0,72*  | 0,74*        |
|   | Всходы-созревание / Seeds-ripening          | 0,56  | 0,75*  | 0,67         |
| Рябчик /<br>Ryabchik                          | Всходы-цветение / Seeds-flowering           | 0,18  | 0,47   | 0,48         |
|   | Цветение-созревание /<br>Flowering-ripening | 0,83*   | 0,64   | 0,65         |
|   | Всходы-созревание / Seeds-ripening          | 0,67  | 0,71*  | 0,63         |
| Фалёнский усатый /<br>Falenskiy usatyy        | Всходы-цветение / Seeds-flowering           | -0,07   | 0,53   | 0,21         |
|   | Цветение-созревание /<br>Flowering-ripening | 0,74*   | 0,59   | 0,54         |
|   | Всходы-созревание / Seeds-ripening          | 0,60  | 0,76*  | 0,44         |

\* Значимо на 5% уровне / significant at 5% level.

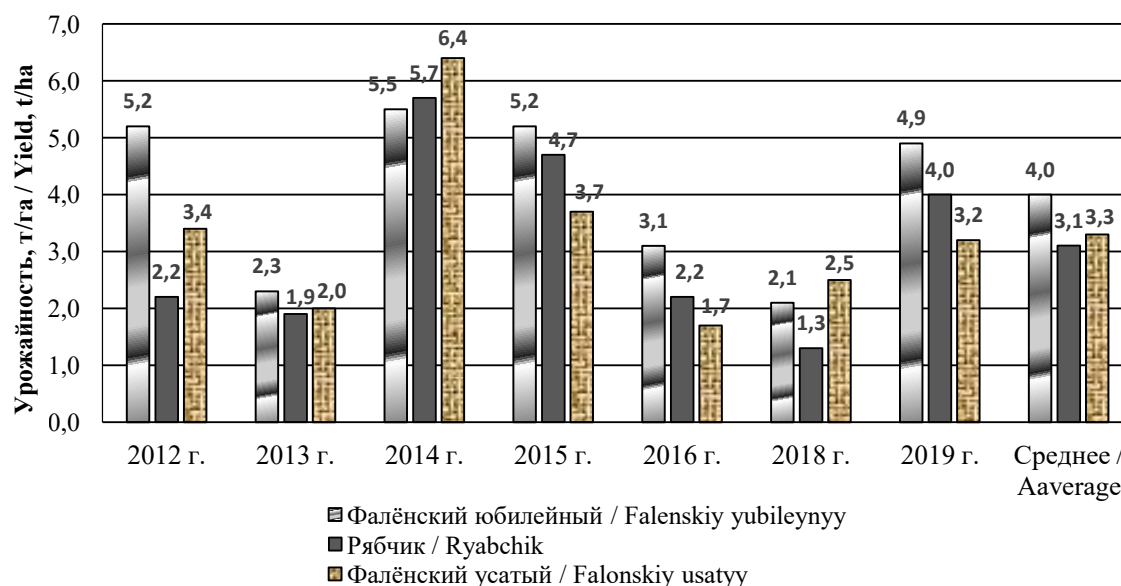


Рис. 2. Урожайность зерна сортов гороха (2012-2019 гг.) /  
Fig. 2. Grain yield of pea varieties (2012-2019)

Корреляционный анализ показал, что урожайность зерна находилась в тесной зависимости с продолжительностью как межфазного периода «цветение-созревание» ( $r = 0,77 \dots 0,86$ ), так и вегетационного периода в целом ( $r = 0,72 \dots 0,87$ ). С периодом «всходы-цветение» существенной корреляционной связи не наблюдалось ( $r = 0,42 \dots 0,55$ ).

Тесная корреляционная зависимость между урожайностью и количеством выпавших осадков отмечена у сорта Фалёнский юбилейный ( $r = 0,70$ ); у сортов Рябчик и Фалёнский усатый между данными признаками значимой корреляции не установлено ( $r = 0,38$ ). У всех сортов не отмечено существенной взаимосвязи урожайности с температурным режимом и ГТК.



Урожайность зерна в большой степени зависит от показателей элементов продуктивности. На формирование высокой урожайности оказывают влияние такие признаки, как число фертильных узлов, бобов, зёрен на растении,

масса семян с растения и масса 1000 семян.

Максимальные значения элементов продуктивности, за исключением массы 1000 семян, у всех сортов отмечены в 2014 году, минимальные – в 2013 и 2016 гг. (табл. 4).

*Таблица 4 – Значения элементов продуктивности сортов гороха (2012-2019 гг.) /  
Table 4 – Values of productivity elements of pea varieties (2012-2019)*

| <i>Признак /<br/>Characteristic</i>                               | <i>2012 г.</i> | <i>2013 г.</i> | <i>2014 г.</i> | <i>2015 г.</i> | <i>2016 г.</i> | <i>2017 г.</i> | <i>2018 г.</i> | <i>2019 г.</i> | <i>CV*, %</i> |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| <b>Фалёнский юбилейный / Falenskiy yubileynyy</b>                 |                |                |                |                |                |                |                |                |               |
| Число фертильных узлов, шт. / Number of rich pasture joints, pcs. | 4,5            | 1,9            | 6,2            | 3,4            | 2,6            | 5,7            | 2,7            | 4,7            | 39,2          |
| Число бобов, шт. / Number of beans, pcs.                          | 6,9            | 3,0            | 8,7            | 5,0            | 4,2            | 8,3            | 3,5            | 7,6            | 37,7          |
| Число зёрен, шт. / Number of grains, pcs.                         | 28,4           | 11,6           | 31,3           | 21,0           | 15,3           | 28,8           | 12,8           | 24,1           | 33,6          |
| Масса семян с растения, г / Mass of seeds per plant, g            | 4,8            | 1,8            | 5,0            | 3,1            | 2,9            | 4,1            | 2,1            | 3,3            | 34,6          |
| Масса 1000 семян, г / Mass of 1000 seeds, g                       | 169            | 159            | 140            | 150            | 190            | 159            | 163            | 137            | 10,7          |
| <b>Рябчик / Ryabchik</b>  |                |                |                |                |                |                |                |                |               |
| Число фертильных узлов, шт. / Number of rich pasture joints, pcs. | 3,2            | 2,2            | 5,2            | 2,4            | 2,2            | 3,6            | 2,5            | 3,6            | 33,0          |
| Число бобов, шт. / Number of beans, pcs.                          | 5,4            | 3,3            | 6,5            | 3,6            | 3,7            | 5,0            | 3,9            | 5,9            | 25,7          |
| Число зёрен, шт. / Number of grains, pcs.                         | 20,7           | 12,4           | 26,8           | 16,7           | 16,1           | 14,5           | 17,6           | 22,2           | 25,2          |
| Масса семян с растения, г / Mass of seeds per plant, g            | 3,1            | 2,1            | 4,5            | 3,2            | 3,1            | 1,9            | 2,9            | 3,5            | 26,6          |
| Масса 1000 семян, г / Mass of 1000 seeds, g                       | 146            | 170            | 167            | 194            | 194            | 134            | 166            | 156            | 12,2          |
| <b>Фалёнский усатый / Falenskiy usatyy</b>                        |                |                |                |                |                |                |                |                |               |
| Число фертильных узлов, шт. / Number of rich pasture joints, pcs. | 2,5            | 1,7            | 4,2            | 1,8            | 1,8            | 3,0            | 1,8            | 2,8            | 35,6          |
| Число бобов, шт. / Number of beans, pcs.                          | 5,3            | 2,6            | 7,5            | 2,8            | 3,1            | 6,0            | 2,8            | 5,6            | 41,9          |
| Число зёрен, шт. / Number of grains, pcs.                         | 15,6           | 8,3            | 22,7           | 9,3            | 10,2           | 9,9            | 8,4            | 19,6           | 43,0          |
| Масса семян с растения, г / Mass of seeds per plant, g            | 4,5            | 1,9            | 6,3            | 2,5            | 2,4            | 2,7            | 2,0            | 5,5            | 49,2          |
| Масса 1000 семян, г / Mass of 1000 seeds, g                       | 286            | 223            | 277            | 273            | 239            | 296            | 242            | 283            | 10,0          |

\*CV – коэффициент вариации / coefficient of variation

Высокой вариабельностью характеризовались такие признаки, как число фертильных узлов, бобов и зерен на растении и масса семян с растения, при этом наиболее низкая изменчивость данных признаков отмечена у сорта Рябчик, наиболее высокая – у сорта Фалёнский усатый. Наибольшей стабильно-

стью у всех сортов характеризовался показатель «масса 1000 семян».

Проведённый корреляционный анализ показал взаимосвязь количественных признаков гороха с продолжительностью вегетационного периода. У сорта Фалёнский юбилейный значимая корреляция наблюдалась между

вегетационным периодом и числом фертильных узлов ( $r = 0,80$ ), числом бобов ( $r = 0,83$ ). У сорта Рябчик наиболее тесная корреляция отмечена между вегетационным периодом и числом продуктивных узлов и бобов ( $r = 0,72, 0,73$  соответственно). У сорта Фалёнский усатый существенная корреляция продолжительности вегетационного периода отмечена с числом фертильных узлов и бобов, а также с массой 1000 семян ( $r = 0,85, 0,80$  и  $0,73$ ).

Корреляционный анализ урожайности с элементами продуктивности показал, что у сорта Фалёнский юбилейный большое влияние на урожайность оказали число продуктивных узлов, число бобов, число зёрен и масса семян с растения – отмечена тесная корреляция меж-

ду этими признаками ( $r = 0,86, 0,88, 0,94$  и  $0,85$  соответственно). У сорта Фалёнский усатый урожайность зависела от числа бобов и зёрен, массы семян с растения ( $r = 0,82, 0,77, 0,78$ ). На урожайность сорта Рябчик влияние оказали только число продуктивных узлов и масса семян с растения ( $r = 0,71, 0,80$ ). Влияние массы 1000 семян на урожайность изучаемых сортов было не существенным.

Гидротермические условия не оказали существенного влияния на показатели элементов продуктивности. Значимая корреляционная связь установлена только между массой 1000 семян, суммой осадков и ГТК у сорта Фалёнский усатый (табл. 5).

**Таблица 5 – Зависимость показателей структуры продуктивности гороха от гидротермических условий (2012-2019 гг.) /**

**Table 5 – Dependence of indicators of the pea productivity structure on hydrothermal conditions (2012-2019)**

| Сорт /<br>Variety                             | Элемент продуктивности /<br>Element of productivity       | Коэффициент корреляции (r) /<br>Correlation coefficient (r) |  |              |
|---|---|---|--|--------------|
|   |   | сумма активных температур /<br>sum of active temperatures   | количество выпавших осадков /<br>amount of precipitation | ГТК /<br>GTC |
| Фалёнский юбилейный /<br>Falenskiy yubileynyy | Число фертильных узлов /<br>Number of rich pasture joints | -0,59   | 0,52   | 0,60         |
|   | Число бобов / Number of beans                             | -0,53   | 0,64   | 0,65         |
|   | Число зёрен / Number of grains                            | -0,40   | 0,62   | 0,57         |
|   | Масса семян с растения /<br>Mass of seeds per plant       | -0,26   | 0,57   | 0,43         |
|   | Масса 1000 семян /<br>Mass of 1000 seeds                  | 0,65  | -0,37  | -0,61        |
| Рябчик /<br>Ryabchik                          | Число фертильных узлов /<br>Number of rich pasture joints | -0,44   | 0,38   | 0,38         |
|   | Число бобов / Number of beans                             | -0,42   | 0,57   | 0,58         |
|   | Число зёрен / Number of grains                            | -0,22   | 0,45   | 0,38         |
|   | Масса семян с растения /<br>Mass of seeds per plant       | 0,02  | 0,22   | 0,16         |
|   | Масса 1000 семян /<br>Mass of 1000 seeds                  | 0,51  | -0,49  | -0,49        |
| Фалёнский усатый /<br>Falenskiy usatyy        | Число фертильных узлов /<br>Number of rich pasture joints | -0,41   | 0,34   | 0,35         |
|   | Число бобов / Number of beans                             | -0,41   | 0,46   | 0,47         |
|   | Число зёрен / Number of grains                            | -0,21   | 0,42   | 0,45         |
|   | Масса семян с растения /<br>Mass of seeds per plant       | -0,25   | 0,50   | 0,51         |
|   | Масса 1000 семян /<br>Mass of 1000 seeds                  | -0,59   | 0,86**   | 0,77*        |

\*\* значимо на 1% уровне/ significant at 1% level, \* значимо на 5% уровне / significant at 5% level.



**Выводы.** Продолжительность периода вегетации и составляющих его фаз является величиной переменной. На длительность вегетационного периода в большей степени повлиял режим увлажнения ( $r = 0,71 \dots 0,76$ ), с температурным режимом существенной взаимосвязи не наблюдалось.

На урожайность изучаемых сортов большое влияние оказали продолжительность вегетационного периода ( $r = 0,72 \dots 0,87$ ) и продолжительность периода «цветение-созревание» ( $r = 0,77 \dots 0,86$ ). Влияние межфазного периода «всходы-цветение» было незначимым. Зависимость урожайности от количества вы-

павших осадков установлена у сорта Фалёнский юбилейный. У всех сортов связь урожайности с температурным режимом и ГТК была несущественной. Гидротермические условия не оказали значительного влияния на формирование большинства элементов продуктивности, за исключением массы 1000 семян.

Отмечено существенное влияние на формирование урожайности у сорта Фалёнский юбилейный числа фертильных узлов ( $r = 0,86$ ), бобов ( $r = 0,88$ ), зёрен ( $r = 0,94$ ), а также массы семян с растения ( $r = 0,85$ ). Влияние массы 1000 семян на урожайность у всех сортов было несущественным.

#### Список литературы

1. Шелепина Н. В. Потребительские свойства гороха современной селекции. Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2016;(4):215-219. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28118644>
2. Пшеничная И. А., Филатова И. А., Беляева Е. П., Истомина О. Н. Оценка качества сортообразцов гороха на заключительном этапе селекционного процесса. Зернобобовые и крупяные культуры. 2017;(3 (23)):39-44. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924505>
3. Duranti M. Grain legumes proteins and nutraceutical properties. Fitoterapia. 2006;77(2):67-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FITOTE.2005.11.008>
4. Катюк А. И., Майстренко О. А. Результаты селекции зернового гороха на повышение урожайности, качества зерна и технологичности к механизированному возделыванию. Известия Самарского научного центра РАН. 2018;20(2 (3)):641-649. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37034670>
5. Задорин А. Д., Сидоренко В. С. Эколого-генетические основы создания сортов зернобобовых и крупяных культур. Вопросы физиологии селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Орёл, 2001. С. 83-88.
6. Зотиков В. И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции. Зернобобовые и крупяные культуры. 2017;(3 (23)):23-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924502>
7. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядунцова Н. В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации. Зернобобовые и крупяные культуры. 2018;(2 (26)):4-9. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35034125>
8. Дебелый Г. А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации. Зернобобовые и крупяные культуры. 2012;(2):31-35. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19132232>
9. Пономарёва С. В., Селехов В. В. Влияние погодных условий на урожайность и качество сортов гороха. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(1 (56)):20-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28318038>
10. 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>
11. Ермолина О. В. Влияние гидротермических условий на межфазные периоды развития гороха в южной зоне Ростовской области. Аграрный вестник Урала. 2015;(12 (142)):6-13. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25063667>
12. Фадеева А. Н., Гареев Р. Г. Целесообразность расширения видового состава зернобобовых культур в Татарстане. Кормопроизводство. 2000;(12):10-12.
13. Асеева Т. А., Шепель О. Л. Изучение перспективных сортообразцов гороха в условиях Приамурья. Достижения науки и техники АПК. 2017;31(4):47-50. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187236>
14. Задорин А. М., Уваров В. Н., Зеленов А. А., Зеленов А. Н. Генисточки для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними. Земледелие. 2016;(4):29-33.
15. Redden B., Leonforte T., Ford R. Croser J, Statter J. Pea (*Pisum sativum* L.). Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement. Singh RJ, Jauhar PP (eds). V.1. Grain legumes – Fargo, ND: CRC Press, 2005. pp. 49-83.

#### References

1. Shelepina N. V. *Potrebitel'skie svoystva gorokha sovremennoy seleksii*. [Consumer properties of peas of modern selection]. *Obrazovanie i nauka bez granits: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya*. 2016;(4):215-219. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28118644>
2. Pshenichnaya I. A., Filatova I. A., Belyaeva E. P., Istomina O. N. *Otsenka kachestva sortoobraztsov gorokha na zaklyuchitel'nom etape selektsionnogo protsessa*. [Quality assessment of samples of pea varieties at the final stage of the selection process]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2017;(3 (23)):39-44. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924505>

3. Duranti M. Grain legumes proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*. 2006;77(2):67-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FITOTE.2005.11.008>
4. Katyuk A. I., Maystrenko O. A. *Rezultaty seleksii zernovogo gorokha na povyshenie urozhaynosti, kachestva zerna i tekhnologichnosti k mekhanizirovannomu vozdeystviyu*. [The results of the selection of grain peas to increase yield, grain quality and manufacturability for mechanized cultivation]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(2 (3)):641-649. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37034670>
5. Zadorin A. D., Sidorenko V. S. *Ekologo-geneticheskie osnovy sozdaniya sortov zernobobovykh i krupyanykh kul'tur. Voprosy fiziologii seleksii i tekhnologii vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [Ecological and genetic foundations of creation legumes varieties and cereal crops. Questions of selection physiology and cultivation technology of crop species]. Orel, 2001. pp. 83-88.
6. Zotikov V. I. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – aktual'noe napravlenie povysheniya kachestva produktsii*. [Leguminous and groats crops is an actual direction of improvement of quality of production]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*. 2017;(3 (23)):23-29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924502>
7. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Gryadunova N. V. *Razvitie proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii*. [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.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35034125>
8. Debelyy G. A. *Zernobobovye kul'tury v mire i Rossiyskoy Federatsii*. [Leguminous crops in the world and in the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*. 2012;(2):31-35. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19132232>
9. Ponomareva S. V., Selekhnov V. V. *Vliyaniye pogodnykh usloviy na urozhaynost' i kachestvo sortov gorokha*. [The yield and the quality of pea cultivars depending on weather conditions]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(1 (56)):20-29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28318038>
10. Filatova I. A. *Formirovaniye elementov produktivnosti gorokha v zavisimosti ot pogodnykh usloviy vegetatsionnogo perioda*. [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>
11. Ermolina O. V. *Vliyaniye gidrotermicheskikh usloviy na mezhfaznyye periody razvitiya gorokha v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti*. [Influence of hydrothermal conditions on interphase periods of peas growing in the southern area of the Rostov region]. *Agrarnyy vestnik Urals = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015;(12 (142)):6-13. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25063667>
12. Fadeeva A. N., Gareev R. G. *Tselesoobraznost' rasshireniya vidovogo sostava zernobobovykh kul'tur v Tatarstane*. [Expediency of expanding the species composition of leguminous crops in Tatarstan]. *Kormoproizvodstvo = Forage Production*. 2000;(12):10-12. (In Russ.).
13. Aseeva T. A., Shepel' O. L. *Izuchenie perspektivnykh sortoobraztsov gorokha v usloviyakh Priamur'ya*. [Investigation of promising pea varieties under conditions of Amur river region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2017;31(4):47-50. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187236>
14. Zadorin A. M., Uvarov V. N., Zelenov A. A., Zelenov A. N. *Genistotchniki dlya seleksii gorokha na povysheniye bioenergeticheskogo potentsiala rasteniya i metody raboty s nimi*. [Genetic sources for pea breeding on increase in bioenergy potential of plants and methods of work with them]. *Zemledelie*. 2016;(4):29-33. (In Russ.).
15. Redden B., Leonforte T., Ford R., Croser J., Statter J. *Pea (Pisum sativum L.)*. Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement. Singh RJ, Jauhar PP (eds). V.1. Grain legumes – Fargo, ND: CRC Press, 2005. pp. 49-83.

#### **Сведения об авторах**

✉ **Пислегина Светлана Сергеевна**, 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](mailto: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](mailto:fss.nauka@mail.ru)

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

#### **Information about the authors**

✉ **Svetlana S. Pislegina**, 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](mailto: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](mailto:fss.nauka@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5198-7106>

✉ – Для контактов / Corresponding author