

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ/PLANT PROTECTION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.634-644>
УДК 633.358:579.64:632.937.14



Эффективность применения лабораторных образцов на основе бактерий рода *Streptomyces* на горохе в условиях Волго-Вятского региона

© 2024. И. В. Лыскова✉, И. Г. Широких, Я. И. Назарова, Т. В. Лыскова, С. С. Пислегина, Г. А. Перевозчикова

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

Представлены данные по продуктивности, поражению грибными болезнями и качеству зерна гороха посевного, выращенного в условиях Кировской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в 2021–2023 гг. с применением предпосевной обработки семян в отдельности и в сочетании с обработкой растений по вегетации лабораторными образцами на основе местных штаммов рода *Streptomyces* (A4 и 8A1-3). Препаратами сравнения служили химический фунгицид Пионер, КС и биологический Псевдобактерин-2, Ж. Оценку биологической эффективности (БЭ) препаратов проводили на сортах гороха различного морфотипа селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: Фалёнский юбилейный, Фалёнский усатый, Фалёнский кормовой. Биологическая эффективность всех испытуемых препаратов в защите гороха от корневых гнилей и аскохитоза определялась погодными условиями года исследований. В 2021 г. достоверному снижению развития корневых гнилей по сравнению с контролем без обработки (38,4 %) способствовала обработка семян лабораторным образцом на основе штамма *S. antimycoticus* 8A1-3 (29,0 %). Достоверному сокращению развития корневых гнилей гороха в 2022 г. содействовали обработки семян химическим фунгицидом Пионер (на 9,1 %), эталонным биопрепаратом Псевдобактерин-2 (на 9,9 %) и испытуемым штаммом *S. antimycoticus* 8A1-3 (на 7,1 %). В защите гороха от аскохитоза в 2022 г. проявил себя на уровне химического фунгицида Пионер (БЭ 72,7 %) штамм *Streptomyces* A4 (БЭ 72,7 %), а штамм *Streptomyces* 8A1-3 (БЭ 84,1 %) существенно превзошел их по эффективности. Влияние препаратов на урожайность гороха в годы проведения исследований (ГТК = 0,77–0,83 при среднем многолетнем ГТК = 1,4) оценивалось как незначительное. Обработка семян и вегетирующих растений как лабораторными образцами, так и коммерческими препаратами не сказалась отрицательно на показателях крупности зерна и содержания в нем сырого протеина. Сорт Фалёнский усатый выделялся среди изученных сортов крупнотемпностью: масса 1000 зерен составила 258,8±18,5 г. Среднесемянными показали себя сорта Фалёнский кормовой (174,7±23,1 г) и Фалёнский юбилейный (147,9±37,1 г). На содержании сырого протеина в зерне отрицательно отразилось развитие корневых гнилей на горохе (коэффициент корреляции $r = -0,77$). Максимальное содержание сырого протеина зафиксировано при совместной обработке семян и растений лабораторным образцом на основе *S. castalarensis* A4 (24,0±2,6 %) у сорта Фалёнский юбилейный, препаратом Псевдобактерин-2 (23,1±2,0 %) – Фалёнский кормовой, лабораторным образцом на основе *S. antimycoticus* 8A1-3 (21,1±1,7 %) – у сорта Фалёнский усатый.

Ключевые слова: *Pisum sativum* L., биологические препараты, урожайность, корневые гнили, аскохитоз, масса 1000 зерен, сырой протеин

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2022-0005).

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Лыскова И. В., Широких И. Г., Назарова Я. И., Лыскова Т. В., Пислегина С. С., Перевозчикова Г. А. Эффективность применения лабораторных образцов на основе бактерий рода *Streptomyces* на горохе в условиях Волго-Вятского региона. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(4):634–644.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.634-644>

Поступила: 01.04.2024

Принята к публикации: 19.07.2024

Опубликована онлайн: 28.08.2024

The effectiveness of using the laboratory samples based on bacteria of the genus *Streptomyces* on peas in the conditions of the Volga-Vyatka region

© 2024. Irina V. Lyskova✉, Irina G. Shirokikh, Yanina I. Nazarova, Tatiana V. Lyskova, Svetlana S. Pislegina, Galina A. Perevozshtikova
Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Data on productivity, fungal diseases and the quality of seed peas grown on sod-podzolic medium-clay soil in 2021–2023 using pre-sowing seed treatment separately and in combination with plant vegetation treatment with experimental preparations based on local strains of the genus Streptomyces (A4 and 8A1-3) are presented. The comparison drugs were the chemical fungicide Pioneer, KS and the biological drug Pseudobacterin-2, J. The assessment of the biological effectiveness (BE) of the drugs was carried out on cultivars of peas of various morphotypes bred by the FARC North-East: 'Falensky yubileiny', 'Falensky usaty', 'Falensky kormovoy'. The biological effectiveness of all tested preparations in protecting peas from root rot and ascochitosis was determined by the weather conditions of the year of research. In 2021, a significant decrease in the development of root rot compared with the control (38.4 %) was facilitated by seed treatment with a preparation based on S. antimycoticus 8A1-3 strain (29.0 %). A significant reduction in the development of pea root rot in 2022 was achieved by seed treatment with the chemical fungicide Pioneer (by 9.1 %), the reference bio-drug Pseudobacterin-2 (by 9.9 %) and the test strain S. antimycoticus 8A1-3 (by 7.1 %). In protecting peas from ascochitosis in 2022, the strain Streptomyces A4 (BE 72.7 %) proved itself as a Pioneer chemical fungicide (BE 72.7 %), and the strain Streptomyces 8A1-3 (BE 84.1 %) significantly surpassed them in effectiveness. The effect of drugs on the yield of peas in the years of research ($HTC = 0.77–0.83$ with an average long-term $HTC = 1.4$) was estimated as insignificant. Treatment with both experimental and commercial preparations of seeds and vegetative plants did not adversely affect the grain size and the content of crude protein in it. The 'Falensky usaty' was distinguished among the studied cultivars by large seeds: the mass of 1000 grains was 258.8 ± 18.5 g. The 'Falensky kormovoy' and the 'Falensky yubileiny' cultivars proved to be medium-seeded ones (174.7 ± 23.1 and 147.9 ± 37.1 g, respectively). The content of crude protein in grain was negatively affected by the development of root rot on peas (correlation coefficient $r = -0.77$). The maximum crude protein content was recorded during the joint treatment of seeds and plants with a preparation based on S. castalarensis A4 (24.0 ± 2.6 %) in the 'Falensky jubileiny' cultivar, with Pseudobacterin-2 (23.1 ± 2.0 %) in the 'Falensky kormovoy' cultivar, with a preparation based on S. antimycoticus 8A1-3 (21.1 ± 1.7 %) in the 'Falensky usaty' cultivar.

Keywords: *Pisum sativum* L., biological preparations, yield, root rot, ascochitosis, weight of 1000 grains, crude protein

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 Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. FNWE-2022-0005).

The authors thank the reviewers for their comments to improve the manuscript for the publication.

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

For citations: Lyskova I. V., Shirokikh I. G., Nazarova Ya. I., Lyskova T. V., Pislegina S. S., Perevozshtikova G. A. The effectiveness of using the laboratory samples based on bacteria of the genus *Streptomyces* on peas in the conditions of the Volga-Vyatka region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(4):634–644. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.634-644>

Received: 01.04.2024

Accepted for publication: 19.07.2024

Published online: 28.08.2024

Вопросы защиты сельскохозяйственных культур от негативного действия биотических факторов и, в частности, болезней являются актуальными. Селекционеры работают в этом направлении во всех селекционных центрах России [1, 2, 3, 4]. Сочетать продуктивность и устойчивость к фитопатогенам в одном генотипе достаточно сложно, поэтому в сельскохозяйственном производстве использование пестицидов остается на высоком уровне, например, за 10 лет (с 2012 по 2021 год) их применение увеличилось на 23 % [5, 6], что, в свою очередь, негативно влияет на экологическую ситуацию.

С развитием органического земледелия (Федеральный закон № 280-ФЗ¹) прогнозируется

значительное увеличение спроса на биологические препараты для производства органической продукции растениеводства, тем более что использование микроорганизмов, обладающих комплексом полезных свойств, является современной тенденцией развития сельскохозяйственной и экологической биотехнологии [7, 8].

По состоянию на 1 февраля 2024 г. в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации»² биологических препаратов внесено 30 наименований, из них разрешенных к использованию на горохе всего 3 (Органика Ф, Фитоспорин-АС, Респекта).

¹Федеральный закон от 03.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43456> (дата обращения: 18.03.2024).

²Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. Информация по состоянию на 1 февраля 2024 г. Издание официальное. М., 2024. URL: <https://lysterra.ru/wp-content/uploads/katalog-na-01.-02.-2024-pesticidy.docx>

Среди коммерческих препаратов на основе бактерий рода *Streptomyces* можно отметить Метабактерин (в состав входят продукты жизнедеятельности *Streptomyces hygroscopicus*), Фитоплазмин (макролидный тилозиновый комплекс – продуцент *Streptomyces fradiae*). Стрептомицеты продуцируют множество метаболитов, в том числе индуцирующих системную устойчивость растений, а также содействующих формированию бобово-ризобияльного симбиоза [9, 10, 11], некоторые виды способны к синтезу полиеновых и других соединений антифунгального действия [12, 13]. Данные вещества имеют ряд преимуществ в сравнении с традиционными фунгицидами: легко проникают в органы и ткани растений; их действие в меньшей степени зависит от неблагоприятных погодных условий; наряду с защитным и ростстимулирующим действием их применяют не только в качестве средств защиты вегетирующих растений от патогенов, но и для обработки посевного (посадочного) материала.

Изучение вторичных метаболитов местных ризосферных штаммов-лидеров по антифунгальной активности *Streptomyces antimycoticus* 8A1-3 и *Streptomyces castelarensis* A4 с помощью высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС/МС) выявило их способность синтезировать экзометаболические полиеновые и аминокликозидной природы, что обусловило антифунгальное и антибактериальное действие этих бактерий в экспериментах *in vitro* [14].

Цель исследований – оценить в полевых условиях реакцию сортов гороха на обработку семян в отдельности и в сочетании с опрыскиванием вегетирующих растений экспериментальными лабораторными образцами препаратов фунгицидного действия для разработки комплексной экологизированной системы защиты гороха от экономически значимых болезней.

Научная новизна – в результате работы получены новые экспериментальные данные об эффективности применения лабораторных образцов на основе штаммов *Streptomyces castelarensis* A4 и *Streptomyces antimycoticus*

8A1-3 на сортах гороха селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Материал и методы. Исследования проведены в 2021–2023 гг. на опытном поле селекционного севооборота Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в условиях восточного района центральной климатической зоны Кировской области. Почва опытных участков – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя (усредненные данные): рН_{KCl} – 5,0 (на иономере ЭВ-74³), содержание гумуса (по Тюрину⁴) 2,45 %, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову⁵) 307 и 265 мг/кг почвы соответственно. Предшественник – зерновые культуры. Агрофон: под культивацию внесена (вразброс 1-РМГ-4) нитроаммофоска (N₆P₂₀K₃₀) в дозе 3,0 ц/га.

Объекты исследований:

- сорта гороха различного морфотипа селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: Фалёнский юбилейный (листочковый, среднестебельный, белоцветковый); Фалёнский усатый (усатый, укороченостебельный, белоцветковый); Фалёнский кормовой (листочковый, длинностебельный, белоцветковый). Изучаемые сорта восприимчивы к фузариозной корневой гнили, к аскохитозу – среднеустойчивы Фалёнский юбилейный и Фалёнский кормовой, Фалёнский усатый – восприимчив;

- препараты с фунгицидным действием: Пионер, КС – химический эталон; лабораторный образец на основе суспензии клеток штамма *S. castelarensis* A4; лабораторный образец на основе суспензии *S. antimycoticus* 8A1-3; Псевдобактерин-2, Ж – биологический эталон.

Образцы препаратов на основе штаммов *S. castelarensis* A4 и *S. antimycoticus* 8A1-3 изготовлены в лаборатории биотехнологии и микроорганизмов ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, титр препаратов 10⁶ КОЕ/мл. Для сравнения в качестве эталонов использовали химический фунгицид Пионер, КС (флутриафол, 25 г/л + тиабендазол, 25 г/л) и биологический препарат Псевдобактерин-2, Ж (*Pseudomonas aureofaciens* BS1393, титр не менее 2×10⁹ КОЕ/мл).

³ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. 6 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/738/4294827946.pdf>

⁴ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. 6 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f09/4294828267.pdf>

⁵ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Стандартинформ, 2013. 11 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/32d/4293788445.pdf>

Изучали два варианта использования фунгицидных препаратов – обработка семян; обработка семян и вегетирующих растений (контроль – без обработки). Расход препаратов: обработка семян – из расчета 1 л препарата на тонну семян, расход рабочей жидкости 10 л/т; обработка (опрыскивание) растений по инструкции к препарату Псевдобактерин-2, Ж – 1 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га (https://www.pesticidy.ru/pesticide/psevdobakterin-2zh/regulations_of_using). Обработку растений во время вегетации проводили дважды: в межфазные периоды «появление 5-го и 6-го листа» и «бутонизация-начало цветения».

Учетная площадь делянок в опыте 1 м², повторность 3-кратная, размещение делянок последовательное. Посев осуществляли сеялкой ССФК-7, норма высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га. Уборка проведена вручную в фазу «полная спелость» с последующим обмолотом на сноповой молотилке МСУ-1. Учёт урожайности зерна⁶ проводили со всей делянки с последующим взвешиванием и пересчетом на г/м², учёт степени поражения болезнями (корневые гнили, аскохитоз) – по специальным шкалам, на основе балльной оценки⁷. Развитие болезней и биологическую эффективность рассчитывали по формулам (1, 2):

$$R = \sum (a \times b) \times 100 / N \times K, \quad (1)$$

где R – развитие болезни, %; a – количество растений с одинаковым баллом поражения (b); $\sum$ – сумма произведений a×b; N – общее число растений в варианте; K – высший балл шкалы учета;

$$C = 100 \times (P - p) / P, \quad (2)$$

где C – биологическая эффективность, %;

P – развитие болезни в контроле, %;
p – развитие болезни в варианте, %.

Определение массы 1000 зёрен⁸ и общего азота по методу Кьельдаля в модификации Сереньева в пересчете на сырой протеин (коэффициент 6,25)⁹ выполнены на образцах зерна урожая 2022, 2023 гг.

Вегетационные периоды гороха в годы проведения исследований отличались по метеорологическим условиям, характеристика которых приведена в таблице 1. В 2021 г. горох в опыте посеяли 26 мая в достаточно теплую и увлажненную почву, в июне установилась сухая (24,7 % от климатической нормы) и жаркая (+3,4 °C к среднемуголетним данным) погода, что отрицательно повлияло на рост и развитие растений и, как следствие, на продуктивность. В 2022 г. в мае установилась холодная (-3,1 °C от нормы) и влажная (138,6 %) погода, в связи с чем посев провели только 2 июня, в июне и июле температурный режим был ниже среднемуголетних норм, а количество осадков составило 85,6 и 77,6 % от нормы соответственно, что благоприятно сказалось на формировании продуктивности гороха. В 2023 г. посев провели 20 мая в условиях, приближенных к среднемуголетним нормам – малое количество осадков (39,0 %) при невысокой температуре воздуха в июне, достаточное увлажнение (119 % от нормы) в июле способствовали формированию продуктивности гороха. При этом степень увлажнения вегетационных периодов 2021–2023 гг. по гидротермическому коэффициенту Селянинова¹⁰ (ГТК) была недостаточной.

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода в годы исследований (2021–2023), по данным Фаленской метеостанции /

Table 1 – Meteorological conditions of the growing season during the research years (2021–2023) according to the Falenki weather station

Год / Year	Средняя температура воздуха, °C / Average air temperature, °C				Количество осадков, мм / Amount of precipitation, mm					ГТК / HTC
	май / may	июнь / june	июль / july	август / august	май / may	июнь / june	июль / july	август / august	май-август / may-august	
2021	15,0	19,3	18,8	18,2	76	19	65	36	196	0,77
2022	8,3	14,1	17,7	14,7	61	66	52	8	187	0,83
2023	13,4	14,0	18,8	17,3	44	30	80	28	182	0,78
Среднее* / Average*	11,4	15,9	18,3	15,4	44	77	67	73	261	1,40

*Среднее многолетнее значение, рассчитанное в соответствии с требованиями Всемирной метеорологической организации за 30-летний период (1991...2020 гг.) / *Average long-term value, calculated in accordance with the requirements of the World Meteorological Organization for a 30-year period (1991...2020)

⁶Методика государственного сортоиспытания. М., 1985. 239 с

⁷Овчинникова А. М., Андрюхина Р. М., Азарова Е. Ф. Методы ускоренной оценки селекционного материала гороха на инфекционных и провокационных фонах: методические рекомендации. М., 1990. 23 с.

⁸Методические рекомендации по оценке качества зерна. М., 1977. 172 с.

⁹Метод ускоренного определения азота с использованием аппарата Сереньева. М.: ЦИНАО, 1989. 8 с.

¹⁰Научно-прикладной справочник по климату СССР: в 6 ч. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Л., 1988. Вып. 12. 647 с.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с помощью трехфакторного дисперсионного анализа: фактор А – «год исследования»; фактор В – «сорт»; фактор С – «варианты обработки препаратами». Использовали пакет прикладных программ AGROS – версия 2.07. В таблицах приведены средние значения и их стандартные отклонения.

Результаты и их обсуждение. Корневые гнили и аскохитоз относят к самым вредоносным и распространенным заболеваниям гороха в Российской Федерации. В Кировской области преобладает фузариозная корневая гниль, возбудителем которой являются грибы рода *Fusarium* spp. [4]. В фазе «всходы» наблюдается загнивание корневой шейки, у молодых растений отмечается пожелтение нижних листьев, которое распространяется на листья верхнего яруса, пораженные растения не плодоносят или образуют щуплые семена.

Развитию корневой гнили способствуют высокие температуры воздуха 20–28 °С и дефицит влаги в почве, такие условия сложились в июне 2021 г. в первой половине роста и развития растений. Достоверное снижение развития корневых гнилей по сравнению с контролем обеспечила обработка семян лабораторным образцом на основе штамма *S. antimycoticus* 8A1-3 (табл. 2).

Развитию корневой гнили способствуют высокие температуры воздуха 20–28 °С и дефицит влаги в почве, такие условия сложились в июне 2021 г. в первой половине роста и развития растений. Достоверное снижение развития корневых гнилей по сравнению с контролем обеспечила обработка семян лабораторным образцом на основе штамма *S. antimycoticus* 8A1-3 (табл. 2).

Таблица 2 – Развитие корневых гнилей на горохе и биологическая эффективность препаратов, % (среднее по трем сортам) /
Table 2 – Development of root rot on peas and biological effectiveness of drugs, % (average for three cultivars)

Вариант / Variant		2021 г.	2022 г.	2023 г.
Контроль / Control	Без обработки / Without treatment	38,4* / -	41,4/-	38,6/-
Пионер / Pioneer	1	38,5 */0 **	32,3/22,0	35,1/9,1
<i>S. castalarensis</i> A4	1	35,0/8,9	36,1/12,8	39,0/0
	2	-	31,8/23,2	39,1/0
<i>S. antimycoticus</i> 8A1-3	1	29,0/24,5	34,3/17,1	38,4/0,5
	2	-	34,5/16,7	38,5/0,3
Псевдобактерин-2 / Pseudobacterin-2	1	35,1/8,6	31,5/23,9	37,8/2,1
	2	-	31,3/24,4	34,4/10,9
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		-	3,5/ F _ф <F _т	2,5/ F _ф <F _т

Примечания: 1 – обработка семян; 2 – обработка семян и вегетирующих растений; *развитие болезни, **биологическая эффективность препарата / Notes: 1 – seed treatment; 2 – treatment of seeds and vegetative plants; *disease development, ** biological effectiveness of the drug

В 2022 г. у растений гороха достоверному сокращению развития корневых гнилей по сравнению с контролем способствовала обработка семян химическим фунгицидом Пионер (на 9,1 %), эталонным биопрепаратом Псевдобактерин-2 (на 9,9 %) и испытуемым штаммом *S. antimycoticus* 8A1-3 (на 7,1 %). Использование штамма *S. castalarensis* A4 статистически значимо проявилось только в результате предпосевной обработки семян в сочетании с повторной обработкой вегетирующих растений (снижение на 9,6 %). В 2023 г. обработка лабораторными образцами препаратов в защите гороха от корневых гнилей не дала достоверного снижения заболевания. В период исследований установлена отрицательная зависимость урожайности гороха от развития корневых гнилей (коэффициент корреляции $r = -0,72$).

Эффективность современных фунгицидов на биологической основе по некоторым культурам (картофель, виноград, капуста) приближается

к 70 %, на горохе – 30,3±3,4 % [6]. В наших исследованиях биологическая эффективность (БЭ) изучаемых препаратов при защите гороха от корневых гнилей зависела от погодных условий. Так, действенность химического препарата Пионер в условиях сухого и жаркого вегетационного периода 2021 г. не выявлена, тогда как в более влажных и прохладных условиях 2022 г. его эффективность отмечена на уровне 22,0 %. В 2022 г. результативность Псевдобактерин-2 в защите гороха от корневых гнилей была выше, чем Пионер и составила 23,9–24,4 %. БЭ штамма *S. castalarensis* A4 при обработке только семян гороха составила 12,8 %, а при сочетании обработки семян с обработкой вегетирующих растений увеличилась до 23,2 %. БЭ штамма *S. antimycoticus* 8A1-3 в этих вариантах составила 17,1 и 16,7 % соответственно. В агрометеоусловиях 2023 г., наиболее благоприятных для роста гороха, действие лабораторных препаратов не проявилось (БЭ от 0

до 0,5 %), а БЭ коммерческих препаратов сравнения снизилась до 2,1–10,9 % (табл. 2).

Развитию аскохитоза способствует высокая (более 70 %) влажность воздуха и умеренные (15–20 °C) температуры. В условиях 2021 г. развитие болезни на бобах в контрольном варианте отмечено на уровне 12,8 %. Лидером в защите гороха от поражения аскохитозом бобов стал химический фунгицид Пионер, снизивший развитие болезни на 7,5 %

(HCP₀₅ = 3,5) (табл. 3). Обработка семян в сочетании с обработкой растений во время вегетации препаратом Псевдобактерин-2 и лабораторным образцом на основе штамма *S. antimycoticus* 8A1-3 также способствовала снижению развития болезни по сравнению с необработанным контролем, но БЭ в этих вариантах составила только 15,6 и 9,4 % соответственно. В остальных вариантах действие биологических препаратов не было эффективным.

Таблица 3 – Развитие аскохитоза на бобах гороха и биологическая эффективность препаратов, % (среднее по трем сортам) /

Table 3 – Development of ascochyta blight on beans and biological effectiveness of preparations, % (average for three cultivars)

Вариант опыта / Variant of the experiment		2021 г.	2022 г.
Контроль / Control	Без обработки / Without treatment	12,8* / -	4,4/-
Пионер / Pioneer	1	5,3*/58,6**	1,2/72,7
<i>S. castalarensis</i> A4	1	13,2/0	2,4/45,5
	2	15,3/0	1,2/72,7
<i>S. antimycoticus</i> 8A1-3	1	12,9/0	4,1/6,8
	2	11,6/9,4	0,7/84,1
Псевдобактерин-2 / Pseudobacterin-2	1	13,0/0	1,9/56,8
	2	10,8/15,6	2,6/40,9
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	-	3,5/ F _φ <F _T	1,1/ F _φ <F _T

Примечания: 1 – обработка семян; 2 – обработка семян и вегетирующих растений; *развитие болезни, **биологическая эффективность препарата / Notes: 1 – seed treatment; 2 – treatment of seeds and vegetative plants; *disease development, ** biological efficacy of the drug

Вегетационный период 2022 г. по агрометеорологическим условиям был более благоприятным для развития гороха, что, вероятно, активировало компенсаторные механизмы и повысило адаптивность растений к биологическим стрессам. Развитие аскохитоза на бобах в контрольном варианте составило всего 4,4 % (табл. 3). Достоверное в сравнении с контролем снижение развития аскохитоза отмечено в вариантах, сочетающих предпосевную обработку семян с опрыскиванием вегетирующих растений экспериментальными образцами (до 1,2 и 0,7 %) и эталонным биологическим препаратом Псевдобактерин-2 (до 2,6 %). В условиях данного года лабораторный образец на основе штамма *S. castalarensis* A4 (БЭ 72,7 %) проявил себя в защите от аскохитоза бобов на уровне химического фунгицида Пионер (БЭ 72,7 %), штамм *S. antimycoticus* 8A1-3 (БЭ 84,1 %) превзошел их по эффективности.

Результаты исследований показали, что в среднем за три года в контрольном варианте

наиболее урожайным выделился сорт листочкового морфотипа Фалёнский юбилейный, менее урожайным – сорт усатого морфотипа Фалёнский усатый, промежуточное положение занимала линия листочкового длинностебельного типа Фалёнский кормовой (табл. 4). Существенного различия по урожайности от обработки препаратами не отмечено. При анализе показателя по усредненным данным установлено, что обработка семян химическим препаратом Пионер снизила урожайность культуры относительно контроля всего на 1 %. При обработке только семян как лабораторными образцами на основе стрептомицетов, так и препаратом Псевдобактерин-2 урожайность получена меньше, чем без обработки и составила от 92 до 98 % к контролю. В вариантах при совместной обработке семян гороха и по вегетации Псевдобактерином-2 и лабораторными образцами A4 и 8A1-3– урожайность получена выше на 5-6 %, чем в контрольном.

Таблица 4 – Урожайность сортов гороха в зависимости от обработки семян и растений во время вегетации, г/м² (среднее за 2021–2023 гг.) /

Table 4 – Productivity of pea cultivars depending on the treatment of seeds and plants during the growing season, g/m² (average for 2021–2023)

Вариант опыта / Variant of the experiment		Фалёнский юбилейный / 'Falensky yubileiny'	Фалёнский усатый / 'Falensky usaty'	Фалёнский кормовой / 'Falensky kormovoy'	Среднее по варианту (фактор C) / Average for the variant (factor C)	% к кон- тролю / % to control
Контроль / Control	Без обра- ботки / With- out treatment	388±197	314±165	363±184	355±182	100
Пионер / Pioneer	1	375±194	321±177	356±165	351±179	99
S. castalarensis A4	1	368±221	300±190	349±208	339±206	95
	2	395±190	328±153	401±164	375±169	106
S. antimycoticus 8A1-3	1	350±216	296±171	338±190	328±192	92
	2	379±179	346±178	388±149	372±169	105
Псевдобактерин-2 / Pseudobacterin-2	1	360±223	321±216	363±207	348±215	98
	2	394±173	346±136	391±128	377±146	106
Среднее по фактору А (год) / Average by factor A (year)		2021 г. – 147±50; 2022 г. – 444±48; 2023 г. – 476±171				-
Среднее по фактору В (сорт) / Average by factor B (cultivar)		376±199	322±173	369±175	356±182	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		A = 50, B = 18, C = 22, AC = 60				

Примечания: 1 – обработка семян; 2 – обработка семян и вегетирующих растений /

Notes: 1 – seed treatment; 2 – treatment of seeds and vegetative plants

Одна из задач наших исследований – оценка влияния фунгицидов на качество зерна гороха. Крупность гороха характеризует показатель «масса 1000 зерен». Согласно классификатору СЭВ рода *Pisum* L.¹¹ к мелкосемянным относят сорта с массой 1000 зерен менее 150 г, среднесемянным – от 150 до 250 г, к крупносемянным – более 250 г. Для сортов укосо-зернового направления характерна невысокая масса 1000 зерен, для фуражного и продовольственного назначения – более высокая. В ходе исследований установлено, что сорт Фалёнский усатый наиболее крупный (245,7–271,9 г) по массе 1000 зерен среди изученных сортов, менее крупный Фалёнский юбилейный (121,7–174,1 г) и промежуточное положение занимал Фалёнский кормовой (158,3–191,1 г). Достоверного отрицательного влияния обработки препаратами на крупность зерна гороха не установлено (табл. 5). Небольшое снижение отмечено у листочковых сортов на уровне 1,3–3,3 % от контрольного варианта у сорта Фалёнский юбилейный, на 0,3–3,5 % – Фалёнский кормовой. У сорта Фалёнский усатый при обработке *S. castalarensis* A4 и *S. antimycoticus* 8A1-3

(семена + обработка по вегетации) масса 1000 зерен в среднем за 2 года увеличилась на 4,3 %.

Ещё в начале XIX века основоположник агрохимии в России Д. Н. Прянишников писал, что ценность гороха, как культуры, определяется высоким содержанием белка в зерне и зеленой массе, при этом колебания могут составлять в зависимости от сорта и условий возделывания от 18,6 до 35,7 % [15, 16]. В почвенно-климатических условиях Кировской области содержание сырого протеина в зерне гороха может варьировать у сортообразцов в различные годы от 18,5 до 27,8 %, более стабилен данный признак при среднем содержании показателя от 22,4 до 23,0 % [17]. В наших исследованиях не установлено отрицательного влияния обработки препаратами как химическим, так и биологическими на содержание сырого протеина в зерне гороха. В среднем за годы изучения повышенным содержанием сырого протеина отличились листочковые сорта гороха – Фалёнский юбилейный (23,2±1,9 %) и Фалёнский кормовой (22,0±2,3 %) в сравнении с Фалёнским усатым (20,6±2,2 %) (табл. 6).

¹¹ Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ рода *Pisum* L. Л., 1984. 46 с.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: PLANT PROTECTION

Таблица 5 – Масса 1000 зерен сортов гороха за годы изучения, г (среднее за 2022-2023 гг.) /
Table 5 – Weight of 1000 grains of pea varieties over the years of study, g (average for 2022-2023)

Вариант опыта / Variants of the experiment		Фалёнский юбилейный / 'Falensky yubileiny'	Фалёнский усатый / 'Falensky usaty'	Фалёнский кормовой / 'Falensky kormovoy'	Среднее по варианту (фактор C) / Average for the experiment (factor C)
Контроль / Control	Без обработки / Without treatment	150,1±37,3	253,2±24,6	177,6±23,2	193,6±28,4
Пионер / Pioneer	1	150,1±34,6	259,5±17,1	172,0±21,0	194,1±24,2
S. castalarensis A4	1	144,9±37,7	258,0±19,0	174,7±22,3	193,2±26,3
	2	146,9±35,2	264,0±19,2	177,1±26,2	196,0±26,9
S. antimycoticus 8A1-3	1	147,2±37,8	254,6±23,8	173,8±25,6	191,9±29,1
	2	146,8±38,1	263,9±16,8	171,3±22,8	194,0±25,9
Псевдобактерин-2 / Pseudobacterin-2	1	148,4±38,4	259,9±12,4	176,4±21,0	194,9±23,9
	2	146,1±37,4	257,5±15,3	174,9±23,1	192,8±25,3
Среднее по фактору А (год) / Average by factor A (year)		2022 г. – 212,3±43,7; 2023 г. – 175,2±53,3			
Среднее по фактору В (сорт) / Average by factor B (cultivar)		147,9±37,1	258,8±18,5	174,7±23,1	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		A = 7,5; B = 4,2; AB = 8,5; BC = 7,2			

Примечания: 1 – обработка семян; 2 – обработка семян и вегетирующих растений /
Notes: 1 – seed treatment, 2 – treatment of seeds and vegetative plants

Таблица 6 – Содержание сырого протеина в зерне гороха разных сортов, % (среднее за 2022-2023 гг.) /
Table 6 – Crude protein content in pea grains of different cultivars, % (average for 2022-2023)

Вариант опыта / Variants of the experiment		Фалёнский юбилейный / 'Falensky yubileiny'	Фалёнский усатый / 'Falensky usaty'	Фалёнский кормовой / 'Falensky kormovoy'	Среднее по варианту (фактор C) / Average for the experiment (factor C)
Контроль / Control	Без обработки / Without treatment	23,1±2,9	19,5±1,5	21,8±2,3	21,5±2,2
Пионер / Pioneer	1	23,3±1,7	20,3±2,0	21,7±2,9	21,8±2,2
S. castalarensis A4	1	23,1±2,0	20,3±2,7	21,3±2,4	21,6±2,4
	2	24,0±2,6	20,8±2,1	22,1±2,8	22,3±2,5
S. antimycoticus 8A1-3	1	22,6±1,2	20,8±2,8	22,5±1,7	22,0±1,9
	2	23,4±1,9	21,1±1,7	22,2±2,5	22,2±2,0
Псевдобактерин-2 / Pseudobacterin-2	1	23,4±1,0	20,9±2,4	21,6±1,8	22,0±1,7
	2	22,6±1,5	20,9±2,5	23,1±2,0	22,0±2,0
Среднее по фактору А (год) / Average by factor A (year)		2022 г. – 20,4±1,6; 2023 г. – 23,5±1,2			
Среднее по фактору В (сорт) / Average by factor B (cultivar)		23,2±1,9	20,6±2,2	22,0±2,3	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		A = 2,8; B = 0,7			

Примечания: 1 – обработка семян; 2 – обработка семян и вегетирующих растений /
Notes: 1 – seed treatment, 2 – treatment of seeds and vegetative plants

Большее влияние на показатель оказал фактор А «год», чем фактор В «сорт». Установлено также отрицательное влияние развития корневых гнилей на содержание сырого протеина

в зерне гороха (коэффициент корреляции $r = -0,77$). Соответственно максимальное содержание сырого протеина зафиксировано при совместной обработке семян и растений по

вегетации лабораторным образцом на основе *S. castalarensis* A4 ($24,0 \pm 2,6$ %) у сорта Фалёнский юбилейный, препаратом Псевдобактерин-2 ($23,1 \pm 2,0$ %) – у сорта Фалёнский кормовой, лабораторным образцом на основе *S. antimycoticus* 8A1-3 ($21,1 \pm 1,7$ %) – у сорта Фалёнский усатый

Заключение. Таким образом, исследования, проведенные в 2021–2023 гг. в восточном районе центральной климатической зоны Кировской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, показали, что лабораторные образцы на основе местных ризосферных штаммов *S. castalarensis* A4 и *S. antimycoticus* 8A1-3 в защите гороха от фузариозных корневых гнилей сопоставимы по эффективности

с действием коммерческих препаратов: химическим фунгицидом Пионер и биопрепаратом Псевдобактерин-2, но уступали химическому фунгициду Пионер в защите гороха от поражения аскохитозом бобов. При обработке семян и вегетирующих растений Псевдобактерином-2, штаммами бактерий *S. castalarensis* A4 и *S. antimycoticus* 8A1-3 продуктивность гороха увеличивалась на 5–6 %.

Обработка семян и растений гороха лабораторными образцами препаратов, изготовленных на основе природных изолятов стрептомицетов, как и коммерческими препаратами Пионер (химический фунгицид) и Псевдобактерин-2 (биопрепарат), не оказала отрицательного влияния на крупность зерна и содержание сырого протеина в зерне гороха.

Список литературы

1. Зотиков В. И., Вилунов С. Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;(25(4)):381–387.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46249160> EDN: FAQBC
2. Градобоева Т. П. Корневые гнили гороха в условиях Кировской области. Зернобобовые и крупяные культуры. 2019;(3(31)):51–58. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11114> EDN: HSZHGY
3. Лихачева Л. И., Гималетдинова В. С., Козионова Е. Г. Результаты селекции гороха в Уральском НИИСХ. Пермский аграрный вестник. 2017;(4(20)):87–91.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30767228> EDN: ZXHGNT
4. Давлетов Ф. А. Методы и результаты селекции гороха в Башкортостане. Уфа: Эпоха, 2006. 92 с.
5. Михайликова В. В., Стребкова Н. С. Динамика применения пестицидов в Российской Федерации. Агрохимия. 2023;(9):37–41. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002188123090089> EDN: VYIKSQ
6. Долженко В. И., Лаптев А. Б. Современный ассортимент средств защиты растений: биологическая эффективность и безопасность. Плодородие. 2021;(3):71–75.
DOI: <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.13> EDN: ZUQONQ
7. Коршунова Т. Ю., Бакаева М. Д., Кузина Е. В., Рафикова Г. Ф., Четвериков С. П., Четверикова Д. В., Логинов О. Н. Роль бактерий рода *Pseudomonas* в устойчивом развитии агросистем и защите окружающей среды (обзор). Прикладная биохимия и микробиология. 2021;57(3):211–227.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45070036> EDN: KFCGWR
8. Иванова И. Ю., Дементьев Д. А. Влияние микробиологических препаратов на урожайность яровой мягкой пшеницы. Теоретическая и прикладная экология. 2021;(2):128–133.
DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2021-2-128-133> EDN: HSSBDV
9. Rai R. V., Bai J. A. Natural Products from Actinomycetes: Diversity, Ecology and Drug Discovery. Mysore, Karnataka, India, 2022. 512 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-6132-7>
10. Rateb M. E., Ebel R., Jaspars M. Natural product diversity of actinobacteria in the Atacama Desert. Antonie Van Leeuwenhoek. 2018;111:1467–1477. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10482-018-1030-z>
11. Quinn G. A., Banat A. M., Abdelhameed A. M., Banat I. M. Streptomyces from traditional medicine: Sources of new innovations in antibiotic discovery. Journal of medical microbiology. 2020;69(8):1040–1048. URL: <https://core.ac.uk/reader/359945540>
12. Caffrey P., Hogan M., Song Y. New glycosylated polyene macrolides: refining the ore from genome mining. Antibiotics. 2022;11(3):334. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030334>
13. Seipke R. F., Kaltenpoth M., Hutchings M. I. Streptomyces as symbionts: an emerging and widespread theme? FEMS microbiology reviews. 2012;36(4):862–876. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00313.x>
14. Широких И. Г., Алалякин А. А., Назарова Я. И. Изучение метаболитов актинобактерий для разработки биофунгицидов. Успехи медицинской микологии. 2022;(23):233–237.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49533157> EDN: RHMZIJ
15. Прнишникова Д. Н. Об удобрении поля в севооборотах. Избранные статьи. М.: Колос, 1962. 185 с.
16. Смирнова-Иконникова М. И. Биохимические особенности подвидов и сортов. Культурная флора России. Л.: Колос, 1979. Т. 4., Ч. 1. С. 174–188.

17. Пислегина С. С., Градобоева Т. П., Лыскова И. В. Содержание белка в зерне гороха в условиях Волго-Вятского региона. Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. С. 114–118. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49534579> EDN: YYXHBV

References

1. 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.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46249160>
2. Gradoboeva T. P. Root rots of peas in the conditions of the Kirov region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2019;(3(31)):51–58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11114>
3. Likhacheva L. I., Gimaletdinova V. S., Kozionova E. G. Results of pea breeding at "Ural scientific and research institute of agriculture". *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2017;(4(20)):87–91. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30767228>
4. Davletov F. A. Methods and results of pea breeding in Bashkortostan. Ufa: *Epokha*, 2006. 92 p.
5. Mikhaylikova V. V., Strebkova N. S. Dynamics of pesticide use in the Russian Federation. *Agrokimiya*. 2023;(9):37–41. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002188123090089>
6. Dolzhenko V. I., Laptiev A. B. Modern range of plant protection means: biological efficiency and safety. *Plodorodie*. 2021;(3):71–75. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.13>
7. Korshunova T. Yu., Bakaeva M. D., Kuzina E. V., Rafikova G. F., Chetverikov S. P., Chetverikova D. V., Loginov O. N. Role of bacteria of the genus *Pseudomonas* in the sustainable development of agricultural systems and environmental protection (review). *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2021;57(3):211–227. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45070036>
8. Ivanova I. Yu., Dementiev D. A. Influence of microbiological preparations on yield of spring soft wheat. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* = Theoretical and Applied Ecology. 2021;(2):128–133. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2021-2-128-133>
9. Rai R. V., Bai J. A. Natural Products from Actinomycetes: Diversity, Ecology and Drug Discovery. Mysore, Karnataka, India, 2022. 512 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-6132-7>
10. Rateb M. E., Ebel R., Jaspars M. Natural product diversity of actinobacteria in the Atacama Desert. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2018;111:1467–1477. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10482-018-1030-z>
11. Quinn G. A., Banat A. M., Abdelhameed A. M., Banat I. M. Streptomyces from traditional medicine: Sources of new innovations in antibiotic discovery. *Journal of medical microbiology*. 2020;69(8):1040–1048. URL: <https://core.ac.uk/reader/359945540>
12. Caffrey P., Hogan M., Song Y. New glycosylated polyene macrolides: refining the ore from genome mining. *Antibiotics*. 2022;11(3):334. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030334>
13. Seipke R. F., Kaltenpoth M., Hutchings M. I. Streptomyces as symbionts: an emerging and widespread theme? *FEMS microbiology reviews*. 2012;36(4):862–876. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00313.x>
14. Shirokikh I. G., Alalykin A. A., Nazarova Ya. I. Study of actinobacteria metabolites for the development of biofungicides. *Uspekhi meditsinskoy mikologii*. 2022;(23):233–237. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49533157>
15. Pryanishnikov D. N. About fertilizing the field in crop rotations. Selected articles. Moscow: *Kolos*, 1962. 185 p.
16. Smirnova-Ikonnikova M. I. Biochemical features of subspecies and varieties. Cultural flora of Russia. Leningrad: *Kolos*, 1979. Vol. 4., Part. 1. pp. 174–188.
17. Pislegina S. S., Gradoboeva T. P., Lyskova I. V. Protein content in pea grain in the conditions of the Volga-Vyatka region. Methods and technologies in plant breeding and crop production. Kirov: *NIISKh Severo-Vostoka*, 2016. pp. 114–118. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49534579>

Сведения об авторах

✉ **Лыскова Ирина Владимировна**, кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник лаборатории агрохимии и качества, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д.3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1079-3513>

Широких Ирина Геннадьевна, доктор биол. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, 166а, Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3319-2729>

Назарова Янина Иордановна, кандидат биол. наук, научный сотрудник лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, 166а, Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2945-5282>

Лыскова Татьяна Владимировна, инженер-аналитик лаборатории агрохимии и качества, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д.3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9580-0021>

Пислегина Светлана Сергеевна, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства зернобобовых культур, 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>

Перевозчикова Галина Анатольевна, лаборант-исследователь лаборатории иммунитета растений, 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

Information about the authors

✉ **Irina V. Lyskova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, the Laboratory of Agrochemistry and Quality, 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/0000-0002-1079-3513>

Irina G. Shirokikh, DSc in Biological Science, professor, chief researcher, the Laboratory of Biotechnology of Plants and Microorganisms, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3319-2729>

Yanina I. Nazarova, PhD in Biological Science, researcher, the Laboratory of Biotechnology of Plants and Microorganisms, Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, 610007 Kirov, Lenin str., 166a, Russia, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2945-5282>

Tatiana V. Lyskova, analyst engineer, the Laboratory of Agrochemistry and Quality, Falenki Breeding Station – Branch of «Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky», Timiryazeva str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9580-0021>

Svetlana S. Pislegina, researcher, the Laboratory of Breeding and Primary Seed Production of Leguminous Plants, Falenki Breeding Station – Branch of «Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky», Timiryazeva str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0553-7707>

Galina A. Perevozshnikova, research assistant, the Laboratory of Plant Immunity, Falenki Breeding Station – Branch of «Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky», Timiryazeva str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author