

ISSN 1029-8940 (Print)  
ISSN 2524-230X (Online)  
УДК 579.83:635.567  
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-3-379-384>

Поступила в редакцию 10.02.2020  
Received 10.02.2020

О. В. Дорошук<sup>1</sup>, Ж. Н. Калацкая<sup>1</sup>, Н. А. Ламан<sup>1</sup>, Н. И. Горошко<sup>1</sup>,  
М. А. Братанова<sup>1</sup>, М. Н. Мандрык-Литвинкович<sup>2</sup>, Н. И. Гирилович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси,  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

### ВЛИЯНИЕ ВНОСИМЫХ В ТОРФЯНОЙ СУБСТРАТ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ РУККОЛЫ КУЛЬТУРНОЙ (*ERUCA SATIVA* (L.) MILL.)

**Аннотация.** Известно, что многие штаммы бактерий рода *Bacillus* способны стимулировать рост растений и повышать их продуктивность. Однако сведений о влиянии бактерий на качество продукции зеленных культур крайне мало.

Изучено влияние двух штаммов бактерий рода *Bacillus* – *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM – на качество продукции рукколы культурной, выращиваемой в лабораторных условиях. Установлено, что внесение в торфяной субстрат штаммов *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM в концентрации  $10^6$  клеток/мл и в объемах 10 и 5 мл/л субстрата соответственно повышало содержание водорастворимых углеводов и витамина С, снижало содержание нитрат-ионов в листьях рукколы. При этом содержание витаминов Р и В<sub>2</sub> и продуктивность рукколы оставались на уровне контрольных значений.

**Ключевые слова:** бактерии рода *Bacillus*, содержание сухого вещества, водорастворимые углеводы, витамин С, витамин Р, витамин В<sub>2</sub>, нитраты

**Для цитирования:** Влияние вносимых в торфяной субстрат бактерий рода *Bacillus* на пищевую ценность рукколы культурной (*Eruca sativa* (L.) Mill.) / О. В. Дорошук [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук. – 2020. – Т. 65, № 3. – С. 379–384. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-3-379-384>

Olga V. Doroshchuk<sup>1</sup>, Joanna N. Kalatskaja<sup>1</sup>, Nikolai A. Laman<sup>1</sup>, Natalia I. Goroshko<sup>1</sup>,  
Maryna A. Bratanova<sup>1</sup>, Maryna N. Mandryk-Litvinkovich<sup>2</sup>, Natalia I. Girilovich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

### INFLUENCE OF BACTERIA GENUS *BACILLUS* INTRODUCED IN PEAT SUBSTRATE ON *ERUCA SATIVA* (L.) MILL. QUALITY

**Abstract.** It is known that many strains of bacteria genus *Bacillus* are able to stimulate plant growth and increase plant productivity. However information about their influence on green cultures quality is not enough.

The purpose of work was studying of two strains bacteria *B. subtilis* M9/6 and *B. amyloliquefaciens* 23TM influence on *Eruca sativa* plant quality in the laboratory. It was obtained that eruca quality was higher when we used strains *B. subtilis* M9/6 and *B. amyloliquefaciens* 23TM at a concentration of  $10^6$  cells/ml and 10 and 5 ml/l of peat substrate, respectively. They increased content of water-soluble carbohydrates, vitamin C and reduced content of nitrates in leaves. Content of vitamin P and vitamin В<sub>2</sub> and plant productivity were at the level of control values.

**Keywords:** bacteria *Bacillus* genus, dry matter, water soluble carbohydrates, vitamin C, vitamin P, vitamin В<sub>2</sub>, nitrates

**For citation:** Doroshchuk O. V., Kalatskaja J. N., Laman N. A., Goroshko N. I., Bratanova M. A., Mandryk-Litvinkovich M. N., Girilovich N. I. Influence of bacteria genus *Bacillus* introduced in peat substrate on *Eruca sativa* (L.) Mill. quality. *Vesti Natsyynal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya byyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2020, vol. 65, no. 3, pp. 379–384 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-3-379-384>

**Введение.** В настоящее время во всем мире растет спрос на новые эффективные и экологически безопасные средства для повышения продуктивности и устойчивости растений. Перспективным направлением является разработка и внедрение в практику биологических препаратов на основе природных штаммов микроорганизмов, проявляющих рострегулирующую, фунгистатическую, иммунизирующую и антистрессорную активность в отношении биотических и абиотических

стрессоров. Наиболее привлекательными объектами для промышленного использования являются бактерии рода *Bacillus* [1–6]. В тепличных хозяйствах внесение микробиологических препаратов является эффективным способом восстановления микробоценозов, оздоровления почвы, повышения качества продукции овощеводства. Повышенные требования, предъявляемые как к качеству, так и к хранению сельскохозяйственной продукции, обуславливают возрастающий интерес к углубленному исследованию свойств бактерий – продуцентов биологически активных веществ [7, 8].

Особую ценность в питании человека представляют овощи, употребляемые в свежем виде, что способствует максимальному поступлению в организм содержащихся в них минеральных элементов и витаминов. Большинство таких овощей (салат листовой, руккола, салат кочанный, петрушка, лук, шпинат, укроп, щавель, сельдерей и др.) относится к так называемой группе зеленных культур. Расширение ассортимента этих обладающих высокой питательной ценностью и скороспелостью культур возможно как за счет более широкого внедрения в производство новых сортов, так и за счет оптимизации условий их выращивания в открытом и защищенном грунте [9, 10]. Однако при выращивании в условиях защищенного грунта они часто поражаются фитопатогенными микроорганизмами уже на начальных этапах онтогенеза, что приводит к появлению недружных всходов, ухудшению роста и развития растений и потере их товарного вида [11].

В настоящее время в Беларуси для борьбы с болезнями растений грибной и бактериальной этиологии разработан ряд биологических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus*. Например, биопестицид «Бактосол» эффективно защищает картофель от грибных и бактериальных болезней при вегетации и хранении. Препарат «Бетапротектин» предназначен для защиты сахарной, столовой свеклы, огурца, томата, луковичных и клубне-луковичных цветочных культур, хвойных пород от болезней. Биопестицид «Фрутин» применяется для защиты плодовых деревьев, клубнелуковичных и луковичных цветочных культур, лиственных и хвойных пород древесных культур от болезней, для стимуляции роста и развития микроклонов осины и березы. Однако сведения о влиянии бактериальных препаратов на качество продукции зеленных культур немногочисленны [12, 13].

Руккола – зеленная культура, содержащая значительное количество витаминов (Е, К, А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, РР, С), макро- и микроэлементов [14]. Следует отметить, что химический состав продукции зависит от сорта, а также от состава субстрата, продолжительности и интенсивности освещения, температурного режима и других факторов.

Цель работы – изучение влияния вносимых в субстрат штаммов бактерий рода *Bacillus* на продуктивность и качество продукции рукколы культурной.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования служила руккола культурная сорта Соренто. В работе использовали выделенные из почвы штаммы спорообразующих бактерий *B. subtilis* М9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23ТМ, проявляющие высокую антагонистическую активность к широкому спектру фитопатогенов. Условия культивирования бактерий детально изложены в работе [15].

Посев семян рукколы производили в емкости объемом 250 мл, заполненные торфяным субстратом торговой марки «Двина» (N – 100–180 мг/100 г сухого вещества, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 110–190 мг/100 г, K<sub>2</sub>O – 200–340 мг/100 г), в который дополнительно вносили минеральные удобрения (N – 60 мг/100 г, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 75 мг/100 г, K<sub>2</sub>O – 75 мг/100 г). Культуральную жидкость штаммов бактерий *B. subtilis* М9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23ТМ вносили при подготовке субстрата к посеву в количестве 10 и 5 мл/л субстрата соответственно в концентрации 10<sup>6</sup> клеток/мл. Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности – 15 горшков по 2 растения. Растения выращивали под световыми установками с освещенностью 13–15 тыс. лк, продолжительность освещения составляла 14 ч (до наступления технической спелости).

Критериями качества продукции служили: содержание сухого вещества, водорастворимых углеводов (моно- и дисахаридов), нитратов, витаминов С (аскорбиновой кислоты), Р (рутина) и В<sub>2</sub> (рибофлавина). Содержание водорастворимых углеводов определяли по методике, приведенной в работе [16], витаминов С и Р – по методикам, изложенным в [17], витамина В<sub>2</sub> – по методу, приведенному в работе [18]. Содержание нитратов определяли на нитратометре в соответствии с методикой, описанной в работе [19]. Статистическую обработку данных осуществляли

с помощью общепринятых методов, используя для расчетов программу Microsoft Excel. В работе приведены средние значения и их отклонения, указывающие на величину стандартной ошибки средней арифметической.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ полученных данных показал, что внесение в торфяной субстрат штаммов *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM не оказало влияния на накопление биомассы растениями рукколы в ходе вегетации. Содержание сухого вещества в листьях рукколы под действием бактерий также не изменилось (табл. 1).

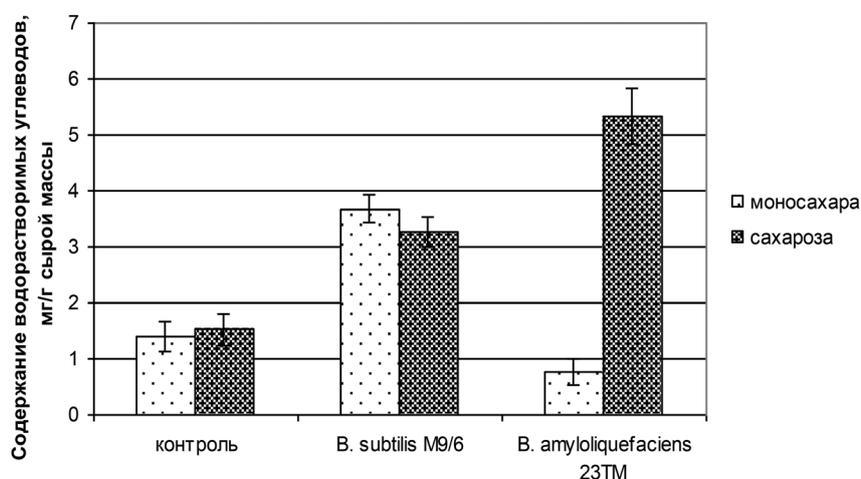
Таблица 1. Влияние штаммов *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM на массу розетки листьев и содержание в листьях сухого вещества

Table 1. Influence of strains *B. subtilis* M9/6 and *B. amyloliquefaciens* 23TM on mass of leaves and dry matter content

Вариант	Масса розетки листьев, г	Содержание сухого вещества, мг/г сырой массы
Контроль	3,40 ± 0,18	77,8 ± 2,3
<i>B. subtilis</i> M9/6	3,05 ± 0,26	77,6 ± 0,6
<i>B. amyloliquefaciens</i> 23TM	3,35 ± 0,20	75,5 ± 1,7

Продуктивность рукколы сохранялась на уровне необработанных растений, однако отмечались значительные изменения качества выращенной продукции. Известно, что водорастворимые моносахара в листьях представлены фруктозой и глюкозой, а дисахариды – сахарозой. Увеличение концентрации сахаров свидетельствует о повышении пищевой ценности продукции. Установлено, что суммарное содержание водорастворимых углеводов в листьях при внесении в субстрат штамма *B. subtilis* M9/6 превышало контрольное значение на 137,2 %, при добавлении в субстрат штамма *B. amyloliquefaciens* 23TM – на 108,5 % (см. рисунок). Следует отметить, что инокуляция субстрата штаммом *B. subtilis* M9/6 способствовала накоплению водорастворимых сахаров в листьях за счет увеличения концентрации как моносахаров, так и сахарозы. Штамм *B. amyloliquefaciens* 23TM стимулировал накопление в листьях рукколы транспортной формы углеводов – сахарозы.

Наряду с накоплением водорастворимых углеводов происходило значительное увеличение содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений, выращенных на бактериализованных субстратах (табл. 2). Так, содержание витамина С в листьях при внесении штамма *B. subtilis* M9/6 было на 22,1 % больше, а при внесении штамма *B. amyloliquefaciens* 23TM – на 22,5 % больше, чем в листьях контрольных растений. Содержание рутина и рибофлавина оставалось на уровне контрольных значений (табл. 2).



Влияние штаммов *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM на содержание водорастворимых углеводов в листьях рукколы

Influence of strains *B. subtilis* M9/6 and *B. amyloliquefaciens* 23TM on content of water-soluble carbohydrates in *Eruca* leaves

Таблица 2. Влияние штаммов *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM на содержание витаминов С, Р и В<sub>2</sub> в листьях рукколыTable 2. Influence of strains *B. subtilis* M9/6 and *B. amyloliquefaciens* 23TM on content of vitamins C, P and B<sub>2</sub> in *Eruca* leaves

Вариант	Содержание витамина, мг/100 г сырой массы		
	С	Р	В <sub>2</sub>
Контроль	85,5 ± 2,0	0,16 ± 0,010	0,079 ± 0,003
<i>B. subtilis</i> M9/6	104,4 ± 2,0	0,15 ± 0,009	0,078 ± 0,001
<i>B. amyloliquefaciens</i> 23TM	104,7 ± 1,4	0,16 ± 0,008	0,075 ± 0,002

Еще одним важным критерием качества продукции является содержание в ней нитрат-ионов. Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в овощах и фруктах – мера насыщенности данными веществами, при превышении которой отмечаются отрицательные последствия для организма человека. Для зеленных культур, выращенных в закрытом грунте, ПДК составляет 3000 мг/кг сырой массы [20]. Установлено, что внесение в субстрат перед посевом рукколы бактерий рода *Bacillus* приводило к снижению содержания нитратов в листьях. Так, при внесении в субстрат штамма *B. subtilis* M9/6 содержание нитрат-ионов в готовой продукции снижалось на 14,9 %, а при внесении штамма *B. amyloliquefaciens* 23TM – на 16,4 % (табл. 3).

Таблица 3. Влияние штаммов *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM на содержание нитратов в листьях рукколыTable 3. Influence of strains *B. subtilis* M9/6 and *B. amyloliquefaciens* 23TM on content of nitrates in *Eruca* leaves

Вариант	Содержание нитратов, мг/кг сырой массы
Контроль	1795 ± 175
<i>B. subtilis</i> M9/6	1528 ± 11
<i>B. amyloliquefaciens</i> 23TM	1500 ± 80

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что внесение в торфяной субстрат для выращивания рукколы штаммов *B. subtilis* M9/6 и *B. amyloliquefaciens* 23TM не оказывает влияния на продуктивность данной зеленой культуры, однако значительно повышает пищевую ценность рукколы за счет увеличения содержания в ее листьях водорастворимых углеводов (моносахаров и сахарозы) и витамина С. Наряду с этим содержание нитрат-ионов в листьях рукколы уменьшалось на 14,9 и 16,4 % соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования бактерий рода *Bacillus* для инокуляции торфяных субстратов с целью получения зеленой продукции высокого качества.

#### Список использованных источников

1. Монастырский, О. А. Современные проблемы и решения создания биопрепаратов для защиты культур от возбудителей болезней / О. А. Монастырский, Т. В. Першакова // Вестн. экол. образования в России. – 2009. – № 2. – С. 6–8.
2. Жиглецова, С. К. Возможности применения микроорганизмов для решения задач экологической и продовольственной безопасности / С. К. Жиглецова, И. А. Дунайцев, С. Г. Бесаева // Агрехимия. – 2010. – № 6. – С. 83–96.
3. Chourdary, D. K. Interaction of *Bacillus* spp. and plants – with special reference to induced systemic resistance (ISR) / D. Chourdary, B. N. Johri // Microbiol. Res. – 2009. – Vol. 164, N 5. – P. 493–513. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2008.08.007>
4. Impact of plant growth promoting *Bacillus subtilis* on growth and physiological parameters of *Bassia indica* (*Indian Bassia*) growth under salt stress / H. Abeer [et al.] // Pak. J. Bot. – 2015. – Vol. 47, N 5. – P. 1735–1741.
5. Pérez-García, A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of *Bacilli* in agriculture / A. Pérez-García, D. Romero, A. de Vicente // Curr. Opin. Biotechnol. – 2011. – Vol. 22, N 2. – P. 187–193. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2010.12.003>
6. Sayed, S. A. Response of three sweet basil cultivars to inoculation with *Bacillus subtilis* and arbuscular mycorrhizal fungi under salt stress conditions / S. A. Sayed, A. S. Atef, E. K. Soha // Nat. Sci. – 2011. – Vol. 9, N 6. – P. 93–111.
7. Коломиец, Э. Экологически безопасные биотехнологии для сельского хозяйства / Э. Коломиец, Н. Сверчкова, М. Мандрик-Литвинкович // Наука и инновации. – 2019. – № 3 (193). – С. 4–9.

8. Крыжко, А. В. Стимулирующий эффект энтомопатогенных штаммов *Bacillus thuringiensis* на морфометрические показатели растений салата / А. В. Крыжко, Л. Н. Кузнецова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия. Биология. Фармация. – 2017. – № 4. – С. 51–53.
9. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mshp.gov.by/programms/a868489390de4373.html>. – Дата доступа : 15.07.2018.
10. Бобкова, О. Н. Оценка исходного материала для селекции салата кочанного по комплексу хозяйственно ценных признаков в зависимости от сроков сева / О. Н. Бобкова // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 6 (121). – С. 33–37.
11. Формирование управляемого биоценоза микроорганизмов торфа и субстратов на его основе как новый подход в биометоды выращивания растений защищенного грунта / И. Г. Филиппов [и др.] // Гавриш. – 2007. – № 5. – С. 12–15.
12. Сопрунова, В. Е. Качество и потребительские свойства картофеля, выращенного с применением биопрепарата на основе бактерий рода *Bacillus* / В. Е. Сопрунова, Н. В. Долганова, Ш. Б. Байрамбеков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 7. – С. 45–49.
13. Radhakrishnan, R. Gibberellins producing *Bacillus methylotrophicus* KE2 supports plant growth and enhances nutritional metabolites and food values of lettuce / R. Radhakrishnan, I. Lee // Plant Physiol. Biochem. – 2016. – Vol. 109. – P. 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.09.018>
14. Дудченко, Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: справочник / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко. – Киев : Наук. думка, 1989. – 304 с.
15. Влияние композиций на основе бактерий-антагонистов рода *Bacillus* и фитогормонов на устойчивость проростков ячменя при солевом стрессе / Ж. Н. Калацкая [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / редкол. : Э. И. Коломиец (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 9. – С. 183–190.
16. Кабашникова, Л. Ф. Количественный анализ свободных и связанных углеводов в одной навеске растительной ткани: учеб.-метод. пособие / Л. Ф. Кабашникова, Л. Н. Калитухо, А. В. Деревинский. – Минск : БГПУ, 2003. – 22 с.
17. Воскресенская, О. Л. Большой практикум по биоэкологии: учеб. пособие: в 2 ч. / О. Л. Воскресенская, Е. А. Алябышева, М. Г. Половникова. – Йошкар-Ола : Марийс. гос. ун-т, 2006. – Ч. 1. – 107 с.
18. Методы анализа витаминов: практикум / сост. : Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников. – Калининград : Изд-во Калинингр. гос. ун-та, 2004. – 36 с.
19. МУ 5048-89 Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства. – М., 1989 г. – 24 с.
20. Санитарно-гигиенические нормы «Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения и методы их определения». СанПиН 42-123-4619-88.

## References

1. Monastyrskii O. A., Pershakova T. V. Modern problems and solutions for the creation of biological products to protect crops from pathogens. *Vestnik ekologicheskogo obrazovaniya v Rossii* [Bulletin of environmental education in Russia], 2009, no. 2, pp. 6–8 (in Russian).
2. Zhigletsova S. K., Dunaitsev I. A., Besaeva S. G. Possibilities of application of microorganisms for solving of problem of environmental and food security. *Agrokhimiya* [Agrochemistry], 2010, no. 6, pp. 83–96 (in Russian).
3. Chourdary D. K., Johri B. N. Interaction of *Bacillus* spp. and plants – with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiological Research*, 2009, vol. 164, no. 5, pp. 493–513. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2008.08.007>
4. Abeer H., Asma A. H., Allah A., Qarawi A., Shalawi A., Dilfuza E. Impact of plant growth promoting *Bacillus subtilis* on growth and physiological parameters of *Bassia indica* (*Indian Bassia*) growth under salt stress. *Pakistan Journal of Botany*, 2015, vol. 47, no. 5, pp. 1735–1741.
5. Pérez-García A., Romero D., de Vicente A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of *Bacilli* in agriculture. *Current Opinion in Biotechnology*, 2011, vol. 22, no. 2, pp. 187–193. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2010.12.003>
6. Sayed S. A., Atef A. S., Soha E. K. Response of three sweet basil cultivars to inoculation with *Bacillus subtilis* and arbuscular mycorrhizal fungi under salt stress. *Nature and Science*, 2011, vol. 9, no. 6, pp. 93–111.
7. Kolomiets E., Sverchkova N., Mandrik-Litvinkovich M. Environmentally friendly biotechnologies for agriculture. *Nauka i innovatsii* [Science and innovation], 2019, no. 3 (193), pp. 4–9 (in Russian).
8. Kryzhko A. V., Kuznetsova L. N. The stimulating effect of entomopathogenic strains of *Bacillus thuringiensis* on morphometric parameters of plants of lettuce. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Khimiya. Biologiya. Farmatsiya* [Bulletin of Voronezh State University. Series Chemistry. Biology. Pharmacy], 2017, no. 4, pp. 51–53 (in Russian).
9. The state program of development of agrarian business in Republic of Belarus for 2016–2020 [Electronic resource]. – Available at: <https://www.mshp.gov.by/programms/a868489390de4373.html> (accessed 15.07.2018) (in Russian).
10. Bobkova O. N. Assessment of a starting material for selection of cabbage lettuce on a complex valuable signs depending on sowing terms. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2018, no. 6 (121), pp. 33–37 (in Russian).
11. Filippov I. G., Baurin D. V., Vasil'eva A. V., Markvichev N. S., Alekseeva O. B., Pervushina E. V., Chekalova K. V., Kostylev K. O. Formation of the operated biocenosis in peat substrates by enrichment the peat with salutary microorganisms. *Gavrish* [Gavrish], 2007, no. 5, pp. 12–15 (in Russian).
12. Soprunova V. E., Dolganova N. V., Bairambekov Sh. B. Quality and consumer properties of potatoes which are grown up with application of a biological product on the basis of bacteria *Bacillus*. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2017, no. 7, pp. 45–49 (in Russian).

13. Radhakrishnan R., Lee I. Gibberellins producing *Bacillus methylotrophicus* KE2 supports plant growth and enhances nutritional metabolites and food values of lettuce. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2016, vol. 109, pp. 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.09.018>

14. Dudchenko L. G., Koz'yakov A. S., Krivenko V. V. *Spicy-aromatic and spicy-flavoring plants*. Kiev, Naukova dumka Publ., 1989. 304 p. (in Russian).

15. Kalatskaya Zh. N., Doroshchuk O. V., Laman N. A., Molchan O. V., Nosonova T. L., Ovchinnikov I. A., Frolova T. V., Bratanova M. A., Mandrik-Litvinkovich M. N. Influence of compositions on the basis of bacteria antagonists *Bacillus* and phytohormones on stability of sprouts of barley at a salt stress. *Mikrobynye biotekhnologii: fundamental'nye i prikladnye aspekty: sbornik nauchnykh trudov* [Microbial biotechnology: fundamental and applied aspects: a collection of scientific papers]. Minsk, 2017, vol. 9, pp. 183–190 (in Russian).

16. Kabashnikova L. F., Kalitukho L. N., Derevinskii A. V. *The quantitative analysis of the free and bound carbohydrates in one shot of vegetable tissue*. Minsk, Publishing House of the Belarusian State Pedagogical University, 2003. 22 p. (in Russian).

17. Voskresenskaya O. L., Alyabysheva E. A., Polovnikova M. G. *Big workshop on a bioecology. Pt. 1*. Yoshkar-Ola, Mari State University, 2006. 107 p. (in Russian).

18. Chupakhina G. N., Maslennikov P. V. (comp.). *Methods of the analysis of vitamins*. Kaliningrad, Publishing House of Kaliningrad State University, 2004. 36 p. (in Russian).

19. MD 5048-89 *Methodical directives by definition of nitrates and nitrites in products of crop production*. Moscow, 1989. 24 p. (in Russian).

20. *Sanitary and hygienic norms "Acceptable levels of content of nitrates in products of plant origin and methods of their definition"*. SanRaN 42-123-4619-88 (in Russian).

### Информация об авторах

*Дорошук Ольга Владимировна* – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: doroshuk.olga@mail.ru

*Калатская Жанна Николаевна* – канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kalatskayaj@mail.ru

*Ламан Николай Афанасьевич* – академик, д-р биол. наук, заведующий лабораторией. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nikolai.laman@gmail.com

*Горошко Наталья Ивановна* – мл. науч. сотрудник. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: natashka.goroshko.96@mail.ru

*Братанова Марина Анатольевна* – мл. науч. сотрудник. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь).

*Мандрик-Литвинкович Марина Николаевна* – канд. биол. наук, заведующий лабораторией. Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. Акад. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: biocontrol@mbio.bas-net.by

*Гиролович Наталия Ивановна* – науч. сотрудник. Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. Акад. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: biocontrol@mbio.bas-net.by

### Information about the authors

*Olga V. Doroshchuk* – Ph. D. (Biol.), Senior Researcher. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: doroshuk.olga@mail.ru

*Joanna N. Kalatskaya* – Ph. D. (Biol.), Leading Researcher. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kalatskayaj@mail.ru

*Nikolai A. Laman* – Academician, D. Sc. (Biol.), Head of the Laboratory. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nikolai.laman@gmail.com

*Natalia I. Goroshko* – Junior Researcher. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: natashka.goroshko.96@mail.ru

*Maryna A. Bratanova* – Junior Researcher. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus).

*Maryna N. Mandryk-Litvinkovich* – Ph. D. (Biol.), Head of the Laboratory. Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Kuprevich Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: biocontrol@mbio.bas-net.by

*Natalia I. Girilovich* – Researcher. Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Kuprevich Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: biocontrol@mbio.bas-net.by