

УДК 635.5-02:579.83
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-49-52>

Дорошук О.В.¹, Калацкая Ж.Н.¹, Ламан Н.А.¹,
 Минкова В.В.¹, Мандрик-Литвинкович М.Н.²

¹ Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси Республика Беларусь, г. Минск
² Институт микробиологии НАН Беларуси Республика Беларусь, г. Минск
 E-mail: doroshuk.olga@mail.ru

Ключевые слова: бактерии рода *Bacillus*, салат листовой, водорастворимые углеводы, нитраты, витамин С, витамин Р.

При поддержке: работа выполнена в рамках государственной программы научных исследований «Природопользование и экология» на 2016-2020 годы (подпрограмма 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология») задание 2.08.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Дорошук О.В., Калацкая Ж.Н., Ламан Н.А., Минкова В.В., Мандрик-Литвинкович М.Н. ВЛИЯНИЕ ВНОСИМЫХ В СУБСТРАТ СПОРООБРАЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* НА КАЧЕСТВО САЛАТА ЛИСТОВОГО (*Lactuca sativa* L.). Овощи России. – 2019;(2):49-52.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-49-52>

Поступила в редакцию: 06.03.2019
Опубликована: 30.03.2019

Doroshchuk O.V.¹, Kalatskaja J.N.¹, Laman N.A.¹,
 Minkova V.V.¹, Mandrik-Litvinkovich M.N.²

¹ V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus Minsk, Republic of Belarus
 E-mail: doroshuk.olga@mail.ru
² Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus Minsk, Republic of Belarus

Keywords: *Bacillus* genus, lettuce, water soluble carbohydrates, nitrates, vitamin C, vitamin P.

With support: The work was carried out as part of the state program of scientific research "Nature and ecology" for 2016-2020 (subprogram 2 "Biodiversity, biore-sources, ecology") task 2.08.

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

For citation: Doroshchuk O.V., Kalatskaja J.N., Laman N.A., Minkova V.V., Mandrik-Litvinkovich M.N. INFLUENCE OF GENUS BACTERIA *BACILLUS* ON QUALITY OF *Lactuca sativa* L. Vegetable crops of Russia. 2019;(2):49-52. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-49-52>

Received: 06.03.2019
Accepted: 30.03.2019

ВЛИЯНИЕ ВНОСИМЫХ В СУБСТРАТ СПОРООБРАЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* НА КАЧЕСТВО САЛАТА ЛИСТОВОГО (*Lactuca sativa* L.)



Основной задачей овощеводства является постоянное снабжение населения всеми видами овощей, в том числе зелеными культурами. Зеленые культуры относятся к листовстельным овощам, обладаю высокой питательной ценностью и скороспелостью. 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 товарного вида. В настоящее время в Республике Беларусь против болезней растений грибной и бактериальной этиологии разработан ряд биологических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus*. Однако практически отсутствует информация о влиянии бактериальных препаратов на качество продукции зеленных культур. Целью работы являлось изучение влияния вносимых в торфяной субстрат двух штаммов бактерий рода *Bacillus* на продуктивность и качество продукции салата листового. В работе использовали выделенные из почвы штаммы спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* M9/6 и *Bacillus amyloliquefaciens* 23TM, проявляющие высокую антагонистическую активность к широкому спектру фитопатогенов. Выращивание растений проводили в контейнерах объемом 250 мл под световыми установками с освещенностью 13-15 тыс. люкс и продолжительностью освещения 14 часов до наступления технической спелости салата. Установлено, что внесение в субстрат при его подготовке к посеву бактериального штамма *Bacillus subtilis* M9/6 в концентрации 10⁶ клеток/мл в объеме 10 мл/л субстрата, а также штамма *Bacillus amyloliquefaciens* 23TM в количестве 5 мл/л субстрата повышало пищевую ценность данной культуры: увеличивалось содержание сухого вещества, водорастворимых углеводов (моно- и дисахаридов), витамина С. Бактериальный штамм *B. amyloliquefaciens* 23TM в том числе способствовал накоплению листьями салата рутина. Наряду с этим содержание нитратов в готовой продукции снижалось на 50,3% и 39,1%, соответственно. Показано, что внесение бактерий изучаемых штаммов в субстрат перед посевом оказывает большее влияние на качество продукции, чем полив всходов.

INFLUENCE OF GENUS BACTERIA *BACILLUS* ON QUALITY OF *Lactuca sativa* L.

Primal problem of vegetable growing is constant supply of the population with all types of vegetables, including green cultures. Green cultures are vegetables that have high nutritional value and precocity. However they often are infected by phytopathogenic microorganisms already at initial stages of ontogenesis at cultivation in closed soil conditions. It leads to emergence of disjointed shoots, deterioration of growth and development of plants and loss of quality. Now in the Republic of Belarus a number of biological substances on the basis of bacteria *Bacillus* was developed. They are used against diseases of plants of mushroom and bacterial etiology. However there is not information about influence of bacteria on quality of products of green cultures. The aim of the work was studying of influence of two strains of bacteria *Bacillus* that were introduced in peat substrate on efficiency and quality of lettuce. Two strains of bacteria *Bacillus* were used in the work. They were selected from the soil. The strains are *Bacillus subtilis* M9/6 and *Bacillus amyloliquefaciens* 23TM that have high antagonistic activity to a wide range of phytopathogens. Cultivation of plants carried out in containers of 250 ml under light installations with illuminating intensity 13-15 thousand luxury and lasting irradiating of 14 hours before technical ripeness of lettuce. It was established that the application of strain *Bacillus subtilis* M9/6 (in concentration 10⁶ cells/ml, 10 ml/l of substrate) and the strain *Bacillus amyloliquefaciens* 23TM (5 ml/l of substrate) in substrate before sowing increased nutrition value of lettuce. Dry matter content, water-soluble carbohydrates (mono- and disaccharides) content and vitamin C content increased. The bacterial strain *B. amyloliquefaciens* 23TM also promoted accumulation of vitamin B2. The content of nitrates in lettuce leaves decreased on 50,3% and 39,1%, respectively. It was shown that the application of bacteria in substrate before sowing of crop has a greater influence on quality of lettuce, than watering of shoots.

Введение

В настоящее время во всем мире растет спрос на новые эффективные и экологически безопасные средства управления продуктивностью и устойчивостью растений. Перспективным 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. К одним из наиболее привлекательных объектов для промышленного производства относятся бактерии рода *Bacillus* [1-6]. Использование в практике сельского хозяйства эффективных штаммов бактерий данного рода способствует улучшению санитарного состояния почвы, снижает токсическое воздействие на растения ксенобиотиков, что позволяет получать экологически более чистую продукцию. Многочисленными работами, посвященными изучению микрофлоры ризосферы технических, древесных и овощных культур, показано их влияние на продуктивность и урожайность растений. Микроорганизмы, колонизирующие ризосферу, обеспечивают доступ питательных веществ растениям, защищают их от фитопатогенов, а также продуцируют физиологически активные и ростостимулирующие вещества.

Сотрудники Института микробиологии НАН Беларуси разработали ряд микробных препаратов, которые обладают высокой эффективностью при защите корнеплодов свеклы от корневой гнили (Бетапротектин); повышают урожайность бобовых культур на 20-25%, обеспечивают снижение норм внесения азотных удобрений на 15-30%, фосфорных – на 20-30%, что положительно влияет на плодородие почвы (Ризофос-Trifol, Ризофос-Medic, Ризофос-Gal), защищают овощные и зеленые культуры от болезней в условиях малообъемной гидропоники

(Экогрин) и др. [7]. Большинство работ посвящено выделению, культивированию, изучению защитного от грибных и бактериальных патогенов действия определенных штаммов бактерий рода *Bacillus*. Однако работ, посвященных изучению влияния бактерий не только на продуктивность, но и на качество продукции сельскохозяйственных культур, крайне мало [8, 9].

Особую ценность представляют овощи, употребляемые в свежем виде, что позволяет использовать содержащиеся в них минеральные элементы и витамины в неизменном состоянии и количестве. Большинство таких овощей относится к так называемой группе зеленых культур: салат листовой, руккола, салат кочанный, петрушка, лук, шпинат, укроп, щавель, сельдерей и др. Расширение ассортимента зеленых 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 [10].

Салат листовой (*Lactuca sativa* L.) является одной из самых распространенных и популярных в мировом овощеводстве зеленой культурой и имеет большое диетическое значение как поставщик биологически активных веществ. Согласно литературным источникам, в 100 г салата содержится 1,35 г белков, 0,15 г жиров, 2,87 г углеводов; содержание сухого вещества составляет около 5-7%. В листьях салата содержится много витаминов (А, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, С, РР), аминокислот и микроэлементов [11]. Следует отметить, что это усредненные значения, так как химический состав продукции зависит от сорта, а также от состава субстрата, продолжительности и интенсивности освещения, температурного режима и других факторов. Важную роль в формировании продуктивности и качества продукции салата, выращиваемого в защищенном грунте, играет именно состав субстрата, количественный и качественный состав

микро- и макроэлементов и других компонентов.

В связи с этим целью работы являлось изучение влияния вносимых в субстрат двух штаммов бактерий рода *Bacillus* на продуктивность и качество продукции салата листового.

Материал и методы исследования

Объектом исследования служил салат листовой сорта Американский коричневый. В работе использовали выделенные из почвы штаммы спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* М9/6 и *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ, проявляющие высокую антагонистическую активность к широкому спектру фитопатогенов. Данные штаммы предоставлены сотрудниками Института микробиологии НАН Беларуси. Условия культивирования бактерий детально изложены в работе [12].

Посев семян салата проводили в емкости объемом 250 мл, заполненные торфяным субстратом «Двина» (N – 100-180 мг/100 г сухого вещества, P₂O₅ – 110-190 мг/100 г, K₂O – 200-340 мг/100 г, рН=5,5-6,5) с дополнительным внесением минеральных удобрений (N – 60 мг/100 г, P₂O₅ – 75 мг/100 г, K₂O – 75 мг/100 г) (контрольный вариант, рН=6,6). В половину опытных вариантов бактериальные штаммы М9/6 и 23ТМ вносили при подготовке субстрата к посеву в количестве 10 и 5 мл/л субстрата, соответственно, в концентрации 10⁶ клеток/мл. Данные варианты в таблицах условно обозначены «субстрат». Во вторую половину опытных вариантов внесение бактериальных штаммов осуществляли путем полива всходов салата растворами с таким же объемом бактериальной суспензии, как и при добавлении при подготовке субстрата к посеву. Повторность опыта 3-кратная, количество растений в варианте – 10 штук. Выращивание растений проводили под световыми установками с освещенностью 13-15 тыс. люкс и продолжительностью освещения 14 часов до наступления технической спелости салата.

Таблица 1. Влияние бактериальных штаммов *Bacillus subtilis* М9/6 и *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ на массу розетки листьев и содержание в листьях сухого вещества
Table 1. The effect of bacterial strains of *Bacillus subtilis* М9/6 and *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ on the mass of the rosette of leaves and the content in the leaves of dry matter

| Вариант | Масса розетки листьев, г | Содержание сухого вещества, % |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|
| Контроль | 12,74±1,74 | 5,87±0,12 |
| М9/6 субстрат | 12,87±1,85 | 6,28±0,18* |
| М9/6 полив | 11,27±1,55 | 5,95±1,08 |
| 23ТМ субстрат | 14,31±3,73 | 7,22±0,53* |
| 23ТМ полив | 12,61±2,33 | 5,84±1,43 |

Примечание: * Различия достоверны по сравнению с контролем при $p = 0,05$

Критериями качества продукции служили: содержание сухого вещества, водорастворимых углеводов (моно- и дисахаридов), витаминов С (аскорбиновой кислоты) и Р (рутина) и нитратов в листьях салата. Определение количественного содержания водорастворимых углеводов проводили по методике [13], витаминов С и Р – по методам [14] на спектрофотометре СФ-46, нитратов – [15] на «Нитратометре рNO₃-07».

Статистическую обработку данных осуществляли общепринятыми методами [16]. В работе приведены средние значения и их отклонения, указывающие на величину доверительного интервала с использованием коэффициента Стьюдента (при $p = 0,05$).

Полученные результаты и их обсуждение

Установлено, что в опытных вариантах масса розетки листьев находилась на уровне контрольного значения (табл. 1) При этом отмечалось накопление сухого вещества в листьях растений, выращенных на субстратах с добавлением перед

посевом штамма *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ и *Bacillus subtilis* М9/6.

Известно, что водорастворимые моносахара в листьях представлены фруктозой и глюкозой, а дисахариды – сахарозой. Увеличение концентрации сахаров в продукции растениеводства свидетельствует о повышении ее пищевой ценности [17]. Установлено, что суммарное содержание водорастворимых углеводов в листьях салата возрастало во всех опытных вариантах. При этом наибольшее накопление сахаров происходило при внесении бактерий рода *Bacillus* в субстрат перед посевом семян. Так, добавление в торфяной субстрат штамма *B. subtilis* М9/6 способствовало накоплению водорастворимых углеводов на 82,4% больше, чем в контроле, штамма *B. amyloliquefaciens* 23ТМ – на 225,6%. Следует отметить, что увеличение содержания углеводов происходило за счет накопления как моносахаров, так и транспортной формы углеводов – сахарозы (рис. 1).

Как указывалось ранее, зеленные культуры являются важным источником

витаминов. Содержание витаминов в растениях зависит от условий выращивания, фазы развития растений и сортовых особенностей [18]. Установлено, что добавление в торфяной субстрат бактерий рода *Bacillus* способствовало накоплению растениями салата значительного количества витамина С: так, при внесении штамма *B. subtilis* М9/6 данный показатель относительно контрольного значения составил 167,4%, при внесении штамма *B. amyloliquefaciens* 23ТМ – 200,0% (табл. 2). Как отмечалось ранее, большее стимулирующее действие бактерии оказывали при внесении их в субстрат. Следует отметить, что штамм *B. amyloliquefaciens* 23ТМ, вносимый в субстрат, способствует также накоплению листьями салата витамина Р (рутина). Сравнивая влияние двух штаммов бактерий рода *Bacillus*, можно отметить более выраженное регуляторное и стимулирующее действие бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* штамма 23ТМ.

Наряду с этим, важным критерием качества продукции является содержа-

Таблица 2. Влияние бактериальных штаммов *Bacillus subtilis* М9/6 и *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ на содержание витаминов С и Р в листьях салата
Table 2. The effect of bacterial strains of *Bacillus subtilis* М9/6 and *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ on the content of vitamins С and Р in lettuce leaves

| Вариант | Содержание витамина С, мг/100 г сырой массы | Содержание витамина Р, мг/100 г сырой массы |
|---------------|---|---|
| Контроль | 4,3±0,17 | 0,20±0,016 |
| М9/6 субстрат | 7,2±0,33* | 0,17±0,014 |
| М9/6 полив | 6,7±1,02* | 0,21±0,013 |
| 23ТМ субстрат | 8,6±0,34* | 0,27±0,019* |
| 23ТМ полив | 8,1±0,28* | 0,17±0,014 |

Примечание: * Различия достоверны по сравнению с контролем при $p = 0,05$

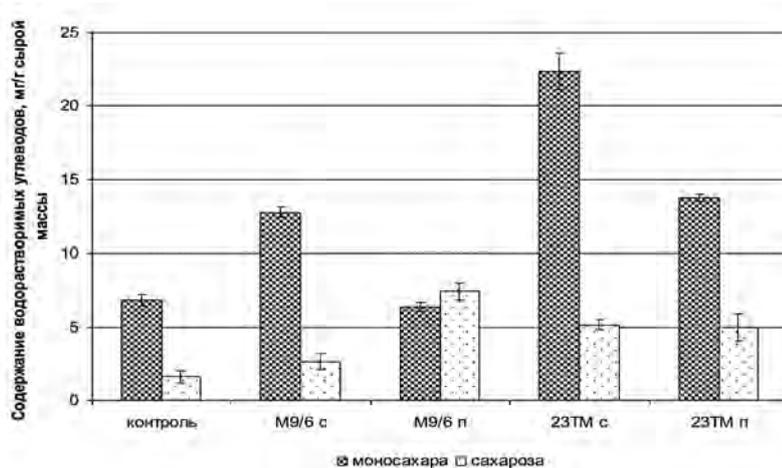


Рисунок 1. Влияние бактериальных штаммов *Bacillus subtilis* М9/6 и *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ на содержание водорастворимых углеводов в листьях салата: с – внесение в субстрат, п – полив.
Figure 1. The effect of bacterial strains of *Bacillus subtilis* М9/6 and *Bacillus amyloliquefaciens* 23ТМ on the content of water-soluble carbohydrates in lettuce leaves: с - introduction into the substrate, п - watering.

ние 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 листового салата, выращенного в закрытом грунте, ПДК составляет 3000 мг/кг сырой массы [19, 20]. Установлено, что внесение в субстрат перед посевом бактерий рода *Bacillus* приводило к снижению содержания нитратов в листьях салата (рис. 2). Так, внесение в субстрат штамма *B. subtilis* М9/6 способствовало снижению содержания нитрат-ионов в готовой продукции на 50,3%, а штамма *B. amyloliquefaciens* 23ТМ – на 39,1%. Применение штаммов путем полива всходов салата не изменяло содержание нитрат-ионов в листьях в случае *B. subtilis* М9/6 и вызывало повышение на 25,6% в случае *B. amyloliquefaciens* 23ТМ.

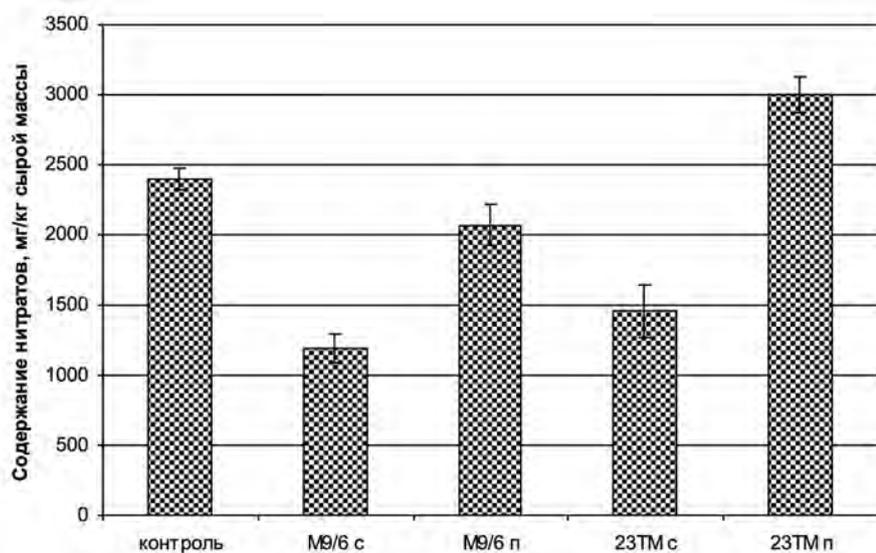


Рисунок 1. Влияние бактериальных штаммов *Bacillus subtilis* M9/6 и *Bacillus amyloliquefaciens* 23TM на содержание водорастворимых углеводов в листьях салата: с – внесение в субстрат, п – полив.

Figure 1. The effect of bacterial strains of *Bacillus subtilis* M9/6 and *Bacillus amyloliquefaciens* 23TM on the content of water-soluble carbohydrates in lettuce leaves:

с - introduction into the substrate, п - watering.

Выводы

Результаты проведенных исследований свидетельствуют об эффективности применения бактерий рода *Bacillus* при выращивании растений салата в условиях защищенного грунта с целью получения продукции высокого качества. Установлено, что внесение в субстрат при его подготовке к посеву бактериального штамма *Bacillus subtilis* M9/6 в концентрации 10^6 клеток/мл в объеме 10 мл/л субстрата, а также штамма *Bacillus amyloliquefaciens* 23TM в количестве 5 мл/л субстрата повышало пищевую ценность данной культуры: увеличивалось содержание сухого вещества, водорастворимых углеводов (моно- и дисахаридов), витамина С. Бактериальный штамм *B. amyloliquefaciens* 23TM в том числе способствовал накоплению листьями салата рутина. Наряду с этим содержание нитратов в готовой продукции снижалось на 50,3% и 39,1%, соответственно.

Литература

1. Монастырский О.А., Першакова Т.В. Современные проблемы и решения создания биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т.47. №4. С.1-14.
2. Жиглецова С.К., Дунайцев И.А., Бесаева С.Г. Возможности применения микроорганизмов для решения задач экологической и продовольственной безопасности // Агрохимия. 2010. №6. С.83-96.
3. Chourdary D., Johri B. Interaction of *Bacillus* spp. and plants – with special reference to induced systemic resistance (ISR) // Microbiol. Res. 2009. V.164. P.493-513.
4. Hashem A., Allah E. F., Alqarawi A.A. [et. al.] Impact of Plant Growth Promoting *Bacillus subtilis* on growth and physiological parameters of *Bassia indica* (Indian Bassia) Growth under salt stress // Pac. J. Bot. 2015. V.5 (47). P.1735-1741.
5. Perez-Garcia A., Romero D., Perez-Garcia A. [et. al.] Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture // Current Opinion in Biotechnology. 2011. V.22. P.187-193.
6. Sayed S.A., Atef A.S., Soha E. Response of three sweet basil cultivars to inoculation with *Bacillus subtilis* and arbuscular mycorrhizal fungi under salt stress conditions // Nature and Science. 2011. V.6 (9). P.93-111.
7. <http://mbio.bas-net.by>. (Дата обращения 09.01.2019).
8. Сопрунова В.Е., Байрамбеков Ш.Б. Качество и потребительские свойства картофеля, выращенного с применением биопрепарат на основе бактерий рода *Bacillus* // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 7. С.45-48.
9. 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. V. 109. P. 181-189.
10. Бобкова О.Н. Оценка исходного материала для селекции салата кочанного по комплексу хозяйственно ценных признаков в зависимости от сроков сева // Земледелие и защита растений. 2018. № 6 (121). С. 33-37.
11. <http://sostavproductov.ru/producty/ovoshchi/salat-listovoy>. (Дата обращения 17.12.2018).
12. Калацкая Ж.Н., Дорошук О.В., Ламан Н.А. [и др.] Влияние композиций на основе бактериальных антагонистов рода *Bacillus* и фитогормонов на устойчивость проростков ячменя при солевом стрессе // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / редкол.: Э.И. Коломиец (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2017. Т.9. С.183-190.
13. Кабашникова Л.Ф., Калитуха Л.Н., Деревинский А.В. Количественный анализ свободных и связанных углеводов в одной навеске растительной ткани: учеб.-метод. пособие. Минск: БГПУ, 2003. 22 с.
14. Воскресенская О.Л., Алябыхина Е.А., Половникова М.Г. Большой практикум по биоэкологии. Ч. 1: учеб. пособие. Йошкар-Ола, 2006. 107 с.
15. МУ 5048-89 Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства. М., 1989 г. 24 с.
16. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика: учеб. пособие, 3-е изд., испр. Минск: Вышэйш. шк., 1973. 318 с.
17. Методы биохимического исследования растений / под. ред. А.И. Ермакова. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
18. Дурьнина Е.П., Егоров В.С. Агрохимический анализ почв, растений, удобрений. М., 1998. 113 с.
19. Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 21 ноября 2005 г. № 183 О внесении изменений и дополнений в Санитарные правила и нормы "Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов" 11 63 РБ 98.
20. Санитарно-гигиенические нормы «Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения и методы их определения». СанПин 42-123-4619-88.

References

1. Monastyrskiy O.A., Pershakova T.V. The modern problems and solutions of creation of biological products for protection of crops against agents of diseases // Applied biochemistry and microbiology. 2011. V.47. № 4. P.1-14.
2. Zhigletsova S.K., Dunaytsev I.A., Besaeva S.G. Possibilities of application of microorganisms for solving of problem of environmental and food security // Agrochemistry. 2010. №6. P.83-96.
3. Chourdary D., Johri B. Interaction of *Bacillus* spp. and plants – with special reference to induced systemic resistance (ISR) // Microbiol. Res. 2009. V.164. P.493-513.
4. Hashem A., Allah E.F., Alqarawi A.A. [et. al.] Impact of Plant Growth Promoting *Bacillus subtilis* on growth and physiological parameters of *Bassia indica* (Indian Bassia) Growth under salt stress // Pac. J. Bot. 2015. V.5 (47). P.1735-1741.
5. Perez-Garcia A., Romero D., Perez-Garcia A. [et. al.] Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture // Current Opinion in Biotechnology. 2011. V.22. P.187-193.
6. Sayed S.A., Atef A.S., Soha E. Response of three sweet basil cultivars to inoculation with *Bacillus subtilis* and arbuscular mycorrhizal fungi under salt stress conditions // Nature and Science. 2011. V.6 (9). P.93-111.
7. <http://mbio.bas-net.by>. (accessed 9 January 2019).
8. Soprunova V.E., Bayrambekov Sh. . Quality and consumer properties of potatoes which was grown up with application of biological product on the basis of bacteria *Bacillus* // Storage and processing of agricultural raw materials. 2017. №7. P.45-48.
9. 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. V.109. P.183-190.
10. Bobkova O.N. Assessment of a starting material for selection of cabbage lettuce on a complex of valuable signs depending on sowing terms // Agriculture and protection of plants. 2018. №6 (121). P.33-37.
11. <http://sostavproductov.ru/producty/ovoshchi/salat-listovoy>. (accessed 17 December 2018).
12. Kalatskaja Zh.N., Doroshchuk O.V., Laman N.A. [et. al.] Influence of compositions on the basis of bacteria *Bacillus* and phytohormones on stability of sprouts of barley at a salt stress // Microbial biotechnologies: fundamental and applied aspects. Minsk, 2017. V.9. P.183-190.
13. Kabashnikova L.F., Kalitukho L.N., Derevinskiy A.V. The quantitative analysis of the free and bound carbohydrates in one spot of vegetable tissue. Minsk: BGPU, 2003. 22 p.
14. Voskresenskaya O.L., Alyabysheva E.A., Polovnikova M.G. Big workshop on a bioecology. Part 1. Yoshkar-Ola, 2006. 107 p.
15. MD 5048-89 Methodical directives by definition of nitrates and nitrites in products of crop production. 1989. 24 p.
16. Rokitskiy P.F. Biological statistics. 1973. 318 p.
17. Methods of a biochemical research of plants / entrance of an edition of A.I. Ermakov. 1987. 430 p.
18. Duryina E.P., Egorov V.S. Agrochemical analysis of soils, plants, fertilizers. 1998. 113 p.
19. The resolution of the Chief state doctor of the Republic of Belarus by November 21, 2005 № 183 About modification and additions in Health regulations and norms "Hygienic requirements to quality and safety of food staples and foodstuff" 11 63 RB 98.
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.