



Защита растений Plant protection

DOI: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-253-262

EDN NRKGKR

УДК 632.937.14:635.64

Научная статья / Research article

Перспективы штамма 23B78/1 *Serratia plymuthica* как агента биоконтроля для защиты томата

В.А. Платонов¹ , М.Б.Э. Нжойа¹ , А.С. Еланский¹ , Д.Н. Скоков¹ ,
С.Н. Еланский^{1, 2} , Е.М. Чудинова¹

¹Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация chudinova_em@pfur.ru

Аннотация. Защита томата от болезней необходима для получения высоких урожаев качественных плодов. В условиях защищенного грунта томат плодоносит до 265 дней, при этом сбор плодов производят 1 или 2 раза в неделю начиная с 60 суток после прорастания семечки у ранних сортов и 100 суток у поздних. При выращивании томата, в особенности в период плодоношения, оптимально применение биологических средств защиты, которые в отличие от химических безвредны для человека и не накапливаются в плодах. Существующие биопрепараты недостаточно эффективны против всего комплекса болезней томата, в связи с чем необходимо искать новые штаммы микроорганизмов. Приведены результаты исследования штамма 23B78/1 *Serratia plymuthica* с целью изучения перспективы его использования в качестве агента биоконтроля. Препараты на основе данного вида в Российской Федерации не зарегистрированы. Видовая идентификация определена в результате анализа видоспецифичной последовательности гена 16S рибосомной РНК и по биохимическому профилю. Антагонистическую активность в отношении фитопатогенных грибов оценивали *in vitro* методом двойных культур. Проверку фитотоксичности проводили на прорастающих семенах томата. Оценка антагонистического действия выявила эффективность в отношении фитопатогенных грибов *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium citri*, *F. incarnatum*, *F. duofalcatissporum*, *F. incarnatum*, *F. oxysporum*, *Globisporangium ultimum*, *Sclerotinia*

© Платонов В.А., Нжойа М.Б.Э., Еланский А.С., Скоков Д.Н., Еланский С.Н., Чудинова Е.М., 2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

sclerotiorum. Максимальный антагонистический эффект отмечен при попарном сращивании с грибом *B. cinerea*, мицелий которого рос строго в противоположную сторону от бактерии. Проращивание семян томата в присутствии штамма 23B78/1 не выявило угнетающего действия на прорастание семян и развитие молодых растений томата. Проведенная работа показывает, что штамм *Serratia plymuthica* 23B78/1 перспективен для создания биопрепарата с фунгицидным действием для защиты томата.

Ключевые слова: фитопатогены, биологическая защита растений, биопрепараты, биофунгициды

Вклад авторов: Платонов В.А. — сбор и обработка данных, поддержание коллекции; Нжойа М.Б.Э., Еланский А.С., Скоков Д.Н. — проведение экспериментов; Еланский С.Н. — анализ полученных данных, написание текста; Чудинова Е.М. — концепция и дизайн исследования, написание текста. Все авторы одобрили окончательную версию статьи.

Финансирование. Работа поддержана Российским научным фондом (грант 23-26-00069).

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 9 декабря 2024 г., принята к публикации 14 апреля 2025 г.

Для цитирования: Платонов В.А., Нжойа М.Б.Э., Еланский А.С., Скоков Д.Н., Еланский С.Н., Чудинова Е.М. Перспективы штамма 23B78/1 *Serratia plymuthica* как агента биоконтроля для защиты томата // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20. № 2. С. 253–262. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-253-262 EDN: NRKGKR

Prospects of *Serratia plymuthica* strain 23B78/1 as a biocontrol agent for tomato protection

Vladislav A. Platonov¹ , Mboum B.E. Njoya¹ , Alexander S. Elansky¹ ,
Denis N. Skokov¹ , Sergey N. Elansky^{1,2} , Elena M. Chudinova¹  

¹RUDN University, Moscow, Russian Federation

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

 chudinova_em@pfur.ru

Abstract. Tomato protection from diseases is necessary to obtain high yields of quality fruits. In protected soil conditions, tomatoes bear fruit for up to 265 days, while the fruits are harvested 1 or 2 times a week starting from 60 days after seed germination for early varieties and 100 days for late varieties. When growing tomatoes, especially during the fruiting period, it is optimal to use biological pest control agents, which, unlike chemical ones, are harmless to humans and do not accumulate in the fruits. Existing biological products are not effective enough against the entire range of tomato diseases. It is necessary to look for new strains of microorganisms. This paper presents the results of the study of strain 23B78/1 *Serratia plymuthica* with the aim of exploring the prospects for its use as a biocontrol agent. Pesticides based on this species are not registered in the Russian Federation. Species identification was determined by 16S gene sequence analysis and biochemical profiling. Antagonistic activity against phytopathogenic fungi was assessed *in vitro* using double culture method. Phytotoxicity testing was carried out on germinating seeds of tomato. Evaluation of antagonistic effect revealed effectiveness against the following phytopathogenic fungi: *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium citri*, *F. incarnatum*, *F. duofalcatisporum*, *F. incarnatum*, *F. oxysporum*, *Globisporangium ultimum*, *Sclerotinia sclerotiorum*. The maximum antagonistic effect was observed during paired fusion with fungus *B. cinerea*, mycelium of which grew strictly in the opposite direction from the bacterium. Germination of tomato seeds in presence of strain 23B78/1 did not reveal any inhibitory effect on seed germination and development

of young tomato plants. The conducted research shows that the strain *Serratia plymuthica* 23B78/1 is promising for creation of biofungicide for protecting tomato plants.

Keywords: phytopathogens, biological plant protection, bioproducts, biofungicides

Authors' contribution: Platonov V.A. — data collection and processing, collection maintenance; Nzhoya M.B.E., Elansky A.S., Skokov D.N. — conducting experiments; Elansky S.N. — data analysis, writing the manuscript; Chudinova E.M. — study concept and design, writing the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Funding. The study was supported by the Russian Science Foundation (grant 23-26-00069).

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest.

Article history: received 9 Desember 2024; accepted 14 April 2024.

For citation: Platonov VA, Njoya MBE, Elansky AS, Skokov DN, Elansky SN, Chudinova EM. Prospects of *Serratia plymuthica* strain 23B78/1 as a biocontrol agent for tomato protection. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025;20(2):253–262. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-253-262 EDN: NRKGKR

Введение

Томат — чрезвычайно пластичная культура, выращиваемая повсеместно как в открытом, так и в защищенном грунте. В условиях защищенного грунта томат плодоносит до 265 дней, при этом плоды собирают 1 или 2 раза в неделю [1]. Томаты восприимчивы к болезням, при эпифитотийном развитии которых потери плодов могут достигать 80...90 % [2]. Для получения высоких урожаев качественных плодов необходимо защищать томат от болезней. Однако плоды томата используются в пищу в свежем виде, что накладывает существенные ограничения на применение химических препаратов, прежде всего из-за длительного периода ожидания. В исследовании инсектицидов и фунгицидов, применяемых для защиты томата, показано, что остаточное количество этих веществ присутствует в плодах в достаточно высокой концентрации в течение 6...8 дней после обработки [3].

Возможным решением проблемы может быть применение биологических препаратов, для которых период ожидания отсутствует или не превышает 7 суток. В этих препаратах используются живые организмы или природные биологически активные соединения, вырабатываемые организмами. Биологические препараты более экологичны, не накапливаются в окружающей среде. В каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации¹, для защиты томата от болезней зарегистрированы препараты *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *Pseudomonas asplenii*, *P. aureofaciens*, *Lactobacillus plantarum*, *Trichoderma harzianum*, *T. reesei*, *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. longibrachiatum*, *T. viride*. Однако препараты, содержащие эти микроорганизмы в живом виде или продукты их жизнедеятельности, недостаточно эффективны против всего ком-

¹ Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации», издание от 2 декабря 2024 г. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/> (дата обращения: 04.12.2024).

плекса болезней томата. Необходимо искать новые штаммы микроорганизмов. Большой интерес в качестве потенциальных агентов биоконтроля вызывают бактерии, относящиеся к роду *Serratia*. В России не зарегистрировано ни одного препарата на основе этих бактерий. За рубежом бактерии этого рода считаются перспективными для применения в качестве агентов биоконтроля. Показано, что *S. ureilytica* штамм ILBB 145 хорошо защищает растения томата от питиозной гнили [4]. Опыты со штаммом ETR1 *S. marcescens* показали хорошие результаты для защиты растений чая [5]. *S. marcescens* (штамм с8) в лабораторных условиях показала ингибирующий эффект на рост фитопатогенных грибов [6]. Штамм ММ *S. plymuthica* проявил высокую степень антагонизма по отношению к *Fusarium oxysporum*, выделенному из арбуза [7]. Выявлен и иммуностимулирующий эффект: обработка растений томата препаратом на основе штамма C2 *Serratia* sp. повышала устойчивость к вирусу PVY и осмотическому стрессу [8].

Мы исследовали антагонистическую активность и фитотоксичность штамма 23B78/1 *Serratia plymuthica* с целью оценки его использования в качестве биофунгицида для контроля грибных болезней томата.

Материалы и методы исследования

Штамм *Serratia plymuthica* был выделен из мицелия гриба *Aspergillus ochraceus* (штамм 23TaPT78), изолированного из клубня картофеля, выращенного в Таджикистане. Видовую принадлежность бактерии определяли с помощью секвенирования универсальной видоспецифичной последовательности гена 16S рибосомной РНК по праймерам (27f/1492r 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'/5'-CTACGGCTACCTTGTTCACGA-3') [9].

Биохимический профиль исследовали с помощью набора реагентов № 1 «Системы индикаторные бумажные для идентификации микроорганизмов» (АО «НПО» «Микроген»). Бактерии протестировали *in vitro* на антагонистическую активность против 11 фитопатогенов (табл. 1) методом двойной культуры, как описано в [10] с небольшими изменениями. В чашку Петри с картофельно-глюкозным агаром (КГА) помещали агаровый блок (5 × 5 мм) с мицелием гриба. На расстоянии 20 мм от агарового блока штрихом наносили бактерии (рис. 1). Для контроля штаммы грибов высаживали в центр свободной чашки Петри, которую инкубировали при тех же условиях, что и чашки с попарным сращиванием. Инкубировали чашки в темноте при 25 °С в течение 7 суток, после чего оценивали рост колонии гриба. Антагонистическую активность оценивали по ширине зоны ингибирования роста мицелия между колонией гриба и бактерией. Все эксперименты проводили в 3 повторностях. Для тестирования антагонистической активности использовали чистые культуры грибов из коллекции РУДН: *Alternaria solani* s.l., *Botrytis cinerea* Pers., *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore, *Fusarium citri* M.M. Wang, Qian Chen & L. Cai, *F. incarnatum* (Desm.) Sacc., *F. duofalcatissporum* J.W. Xia, L. Lombard, Sand.-Den., X.G. Zhang & Crous, *F. incarnatum* (Desm.) Sacc.,

F. oxysporum Schltdl., *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish. (=Pythium ultimum), *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (табл. 1).

Таблица 1

Штаммы грибов, использованные в работе

Штамм	Вид	Источник выделения штамма	Место сбора образца
23MLTF87	<i>Alternaria solani</i>	Плод томата	Мали
T129_22MOVTL2	<i>Botrytis cinerea</i>	Плод томата	Московская область, Россия
23MLTF62	<i>Colletotrichum truncatum</i>	Плод томата	Мали
20UgTF2	<i>Fusarium citri</i>	Плод томата	Уганда
20UgTF3	<i>F. incarnatum</i>	Плод томата	Уганда
20UgLaTF7	<i>F citri</i>	Плод томата	Уганда
23MLTF61	<i>F. duofalcatisporum</i>	Плод томата	Мали
23MLTF88A	<i>F. incarnatum</i>	Плод томата	Мали
20UgLaTF4	<i>F. oxysporum</i>	Плод томата	Уганда
Pyth	<i>Globisporangium ultimum</i>	Клубень картофеля	Минская область, Белоруссия
21KTOP2	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Стебель топинамбура	Костромская область, Россия

Источник: составлено В.А. Платоновым, М.Б.Э. Нжойа, А.С. Еланским, Д.Н. Скоковым, С.Н. Еланским, Е.М. Чудиновой.

Перспективным применением биопрепаратов на основе тестируемой бактерии *Serratia plymuthica* считаем предпосадочную обработку семян, поэтому оценку фитотоксичности проводили на прорастающих семенах томата сорта «Спелый банан». Семена томата помещали в чашку Петри на фильтровальную бумагу, смоченную 10 мл суспензии бактерий в концентрации 10³, 10⁵ и 10⁷ КОЕ/мл. Для контроля использовали стерильную воду. Инкубировали чашки при фотопериодизме 16/8 день/ночь при 25 °С в течение 7 суток, после чего измеряли длину корня и ростка.

Расчет доверительного интервала среднего μ производили следующим образом:

$$\bar{X} - t \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t \frac{S}{\sqrt{n}},$$

где $\bar{X}$ — среднее значение; S — стандартное отклонение; n — число наблюдений; t — константа t-теста для уровня значимости 0,05. Все расчеты проводились в программе Excel 2010.

Результаты исследования и обсуждение

Из мицелия разных фитопатогенных грибов было выделено 10 штаммов бактерий разных видов. Они были протестированы на антагонистическую активность на 4 штаммах грибов видов *A. solani*, *C. truncatum*, *F. citri*, *F. oxysporum* (см. табл. 1). Штамм 23В78/1 был единственным, который оказал ингибирующее действие на рост всех тестируемых грибов, в связи с чем он был отобран для дальнейших исследований.

Определение видовой принадлежности штамма 23В78/1 по последовательности гена 16S (NCBI PQ675617) показало, что он 100 % идентичен штаммам С1 (CP053398), SWSY-3.47 (AP035790), 3Re4–18 (CP01209) *Serratia plymuthica*.

Для подтверждения видового диагноза был проведен анализ биохимического профиля штамма. По биохимическому профилю наш штамм полностью соответствовал виду *S. plymuthica* (табл. 2) [11]. По результатам обоих проведенных тестов было решено отнести изолят 23В78/1 к виду *S. plymuthica*.

Таблица 2

Биохимические свойства штамма 23В78/1

Соединение	Сахароза	Глюкоза	Мальтоза	Лактоза	Манноза	Инозит	Маннит	Образование индола
Биохимическая реакция	+	+	+	+	+	+	+	–
Фермент	Уреаза	Орнитин декарбоксилаза		Лизин декарбоксилаза		Аргинин дегидролаза		Оксидаза
Биохимическая реакция	–	–		–		–		–

Источник: составлено В.А. Платоновым, М.Б.Э. Нжойа, А.С. Еланским, Д.Н. Скоковым, С.Н. Еланским, Е.М. Чудиновой.

Оценка антагонистической активности была повторно проведена на более широком наборе штаммов фитопатогенных грибов, включающем кроме ранее протестированных *A. solani*, *C. truncatum*, *F. citri*, *F. oxysporum* еще и *B. cinerea*, *F. incarnatum*, *F. duofalcatisporum*, *F. incarnatum*, *S. sclerotiorum* и оомицет *G. ultimum*. Штамм 23В78/1 успешно сдерживал рост всех анализируемых фитопатогенных грибов (табл. 3). Самое эффективное влияние штамм оказывал на *B. cinerea*, мицелий которого рос строго в противоположную сторону от бактерии, поэтому расстояние от колонии гриба до бактерии было максимально возможным (рис. 1, 2). Также отмечено сильное влияние на рост *A. solani*, *C. truncatum*, *F. oxysporum*. Контрольный тест на рост мицелия грибов в чашке без бактерий показал быстрый рост большинства штаммов. Колонии *F. citri*, *F. oxysporum*, *G. ultimum*, *S. sclerotiorum* заняли всю поверхность агаризованной среды. *Botrytis cinerea*, *F. incarnatum*, *F. duofalcatisporum*, *F. incarnatum* также заняли почти всю площадь чашки. *Alternaria solani* и *Colletotrichum truncatum* росли несколько медленнее (табл. 3).

Таблица 3

Влияние штамма 23В78/1 на рост фитопатогенных грибов

Видовое название	Название штамма	Название болезни, вызываемое патогеном	Ширина зоны ингибирования роста мицелия, мм	Диаметр колонии в контроле, мм
<i>Alternaria solani</i>	23MLTF87	Альтернариоз (пятнистость) листьев, сухая гниль плодов	5*	55*
<i>Botrytis cinerea</i>	22MOVTL2	Серая гниль плодов и др. органов	20	68
<i>Colletotrichum truncatum</i>	23MLTF62	Антракноз (язвы на плодах, стебле, пятна на листьях)	4	58
<i>Fusarium citri</i>	20UgTF2	Сухая гниль плодов, увядание	5	80
<i>F. incarnatum</i>	20UgTF3		4	71
<i>F. citri</i>	20UgLaTF7		5	80
<i>F. duofalcatisporum</i>	23MLTF61		2	75
<i>F. incarnatum</i>	23MLTF88A		3	70
<i>F. oxysporum</i>	20UgLaTF4	Увядание, гниль корней	5	80
<i>Globisporangium ultimum</i>	Pyth	Гниль корней	3	80
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	21KTOP2	Белая гниль плодов и стеблей	7	80

Примечание. * — среднее из 3 измерений. Усреднено до целого.

Источник: составлено В.А. Платоновым, М.Б.Э. Нжойа, А.С. Еланским, Д.Н. Скоковым, С.Н. Еланским, Е.М. Чудиновой.

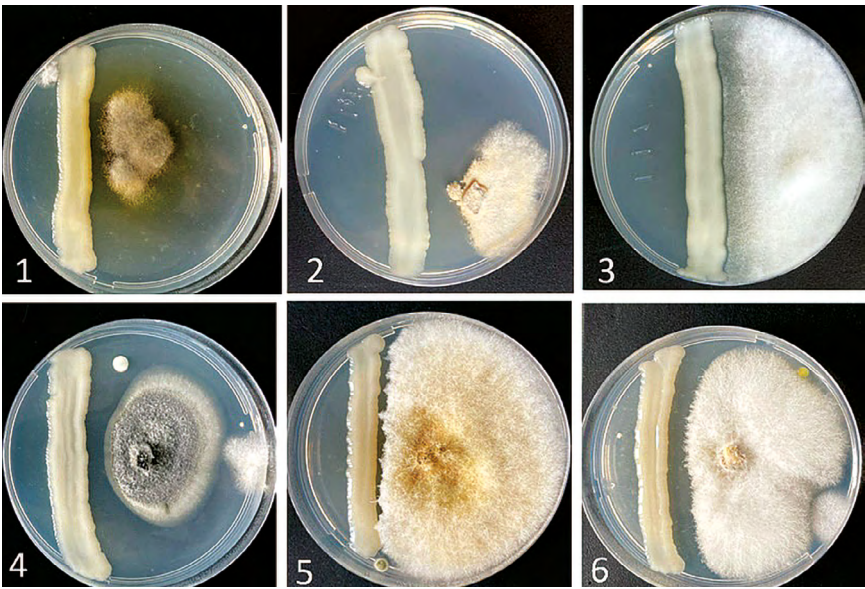


Рис. 1. Оценка антагонистической активности штамма 78/1: 1 — *Alternaria solani*; 2 — *Botrytis cinerea*; 3 — *Pythium ultimum*; 4 — *Colletotrichum truncatum*; 5 — *Fusarium citri* (20UgLaTF7); 6 — *Fusarium oxysporum*

Источник: выполнено Е.М. Чудиновой.

Оценка фитотоксичности на семенах томата показала, что присутствие бактерий в разной концентрации не угнетает прорастание и рост семян томата. Как видно на рис. 1, длина корней и побегов приблизительно одинакова и не имеет статистически достоверных отличий как в контрольном варианте, так и в присутствии бактерий, даже при их достаточно высокой концентрации (10^7 КОЕ/мл) (см. рис. 1).

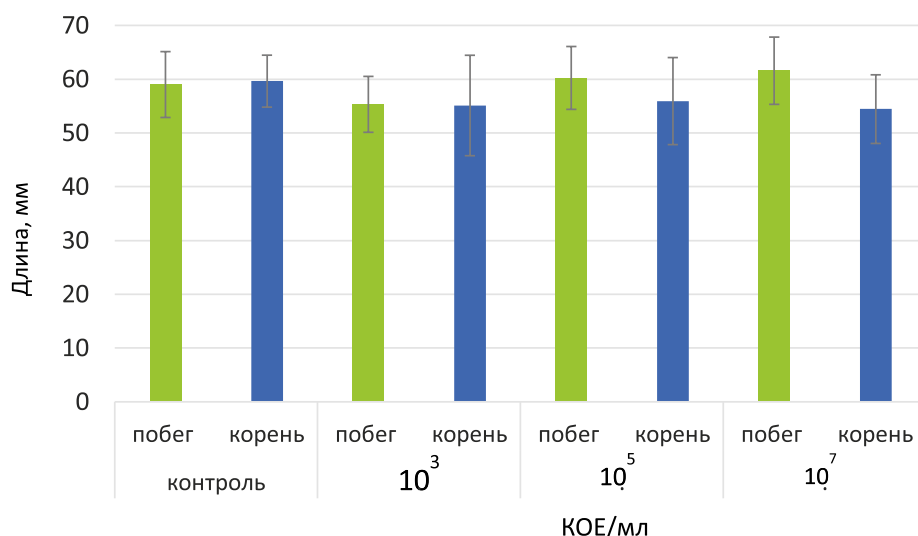


Рис. 2. Длина побега и корня томата, мм, на седьмой день после посева семян в присутствии суспензии бактерий штамма 78/1 концентрации 10^3 , 10^5 и 10^7 КОЕ/мл и без бактерий (контроль). Планки погрешностей показывают доверительный интервал среднего при уровне значимости 0,95

Источник: составлено В.А. Платоновым, М.Б.Э. Нжойа, А.С. Еланским, Д.Н. Скоковым, С.Н. Еланским, Е.М. Чудиновой.

Представителей рода *Serratia* все чаще рассматривают как агентов биоконтроля и как ростостимулирующие организмы [12]. Отмечается, что они могут синтезировать гормоны растений, фитосидерофоры, помогающие усваивать минеральные элементы растениям, продуцировать вторичные метаболиты, угнетающие рост грибов, насекомых и фитопатогенных бактерий [13–15]. В дальнейшей работе мы планируем проверить эффективность штамма 23B78/1 на растениях в закрытом грунте и на полевых делянках.

Заключение

Штамм *Serratia plymuthica* 23B78/1 показал антагонистическую активность в отношении возбудителей значимых заболеваний томата в тестах *in vitro* и не оказывал негативного влияния на прорастание семян томата и молодых растений, что позволяет рассматривать этот штамм как потенциальный агент контроля грибных

болезней томата. Поиск новых штаммов для защиты растений позволит сделать сельское хозяйство менее зависимым от применения химических средств защиты, повысит экологичность производства растительной продукции.

Список литературы

1. Bae HJ, Kim S-H, Jeong Y, Park S, Ochar K, Hong Y, et al. Optimal Planting Time for Summer Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cropping in Korea: Growth, Yield, and Photosynthetic Efficiency in a Semi-Closed Greenhouse. *Plants*. 2024;13(15):2116. doi: 10.3390/plants13152116 EDN: BSCUPH
2. Srinivas C, Devi DN, Murthy KN, Mohan CD, Lakshmeesha TR, Singh B, et al. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity. A review. *Saudi journal of biological sciences*. 2019;26(7):1315–1324. doi: 10.1016/j.sjbs.2019.06.002
3. Frank R, Braun HE, Ripley BD, Pitblado R. Residues of Nine Insecticides and Two Fungicides in Raw and Processed Tomatoes. *J Food Prot*. 1991;54(1):41–46. doi: 10.4315/0362-028X-54.1.41
4. Abreo E, Valle D, González A, Altier N. Control of damping-off in tomato seedlings exerted by *Serratia* spp. strains and identification of inhibitory bacterial volatiles in vitro. *Syst Appl Microbiol*. 2021;44(2):126177. doi: 10.1016/j.syapm.2020.126177 EDN: OMPSSK
5. Dhar Purkayastha G, Mangar P, Saha A, Saha D. Evaluation of the biocontrol efficacy of a *Serratia marcescens* strain indigenous to tea rhizosphere for the management of root rot disease in tea. *PLoS One*. 2018;13(2): e0191761. doi: 10.1371/journal.pone.0191761 EDN: YEJVBB
6. Pereira ÉJMC, Amorim ÉADF, Aragão FMM, Câmara WDS, Araújo MC, Pereira CDDS, et al. Biocontrol potential of *Serratia Marcescens* (B8) and *Bacillus* sp. (B13) isolated from urban mangroves in Raposa. *Brazil Life*. 2023;13(10):2036. doi: 10.3390/life13102036 EDN: GTTLNC
7. Li Z, Ma J, Li J, Chen Y, Xie Z, Tian Y, et al. A Biocontrol Strain of *Serratia plymuthica* MM Promotes Growth and Controls Fusarium Wilt in Watermelon. *Agronomy*. 2023;13(9):2437. doi: 10.3390/agronomy13092437 EDN: ZINGFU
8. Sayahi N, Sportelli G, Carluccio AV, Ebel C, Mechichi T, Cillo F, et al. The *Serratia* sp. strain C2 confers tomato tolerance to high salt, virus infection and both stresses in combination. *Current Plant Biology*. 2024;40:100390. doi: 10.1016/j.cpb.2024.100390 EDN: KQMIWZ
9. Lane DJ. 16S/23S rRNA sequencing. In: Stackebrandt E, Goodfellow M. (eds.) *Nucleic Acid Technologies in Bacterial Systematics*. Wiley: Chichester; 1991. p.115–175.
10. Ali S, Hameed S, Shahid M, Iqbal M, Lazarovits G, Imran A. Functional characterization of potential PGPR exhibiting broad-spectrum antifungal activity. *Microbiol Res*. 2020;232:126389. doi: 10.1016/j.micres.2019.126389 EDN: DULSLK
11. Rafii F. *Serratia*. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic press; 2014. p.371–375. doi: 10.1016/B978-0-12-384730-0.00304-9 EDN: TPKQPW
12. Kulkova I, Wróbel B, Dobrzyński J. *Serratia* spp. as plant growth-promoting bacteria alleviating salinity, drought, and nutrient imbalance stresses. *Front Microbiol*. 2024;15:1342331. doi: 10.3389/fmicb.2024.1342331
13. Czajkowski R, van der Wolf JM. Draft genome sequence of the biocontrol strain *Serratia plymuthica* A30, isolated from rotting potato tuber tissue. *J Bacteriol*. 2012;194(24):6999–7000. doi: 10.1128/JB.01699-12
14. Barman S, Bhattacharya SS, Mandal NC. *Serratia*. In: *Beneficial Microbes in Agro-Ecology*. Academic Press; 2020. p.27–36. doi: 10.1016/B978-0-12-823414-3.00003-4
15. Akila AH, Ali MAS, Khairy AM, Elnahal AS, Alfassam HE, Rudayni HA, et al. Biological control of tomato bacterial leaf spots and its impact on some antioxidant enzymes, phenolic compounds, and pigment content. *Biology*. 2024;13(6):369. doi: 10.3390/biology13060369 EDN: ILLCMX

Об авторах:

Платонов Владислав Андреевич — аспирант агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: vlad97p@gmail.com
ORCID: 0009-0008-9719-5815

Нжойа Мбум Белниссе Эрика — студент агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: 1032215646@pfur.ru
ORCID: 0009-0008-4650-0971

Еланский Александр Сергеевич — аспирант агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: sasha.elansky@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7485-7654

Скоков Денис Николаевич — студент агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: 1132236262@pfur.ru
ORCID: 0009-0006-4851-3747

Еланский Сергей Николаевич — доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник биологического факультета, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12; профессор агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: elanskiy_sn@pfur.ru
ORCID: 0000-0003-1697-1576 SPIN-код: 6827-8026

Чудинова Елена Михайловна — кандидат биологических наук, доцент агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: chudinova_em@pfur.ru
ORCID: 0000-0003-3157-494X SPIN-код: 6688-8116