

ПРИМЕНЕНИЕ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ ЖИМОЛОСТИ ОДРЕВЕСНЕВШИМИ ЧЕРЕНКАМИ

А.А. Беляев, Т.В. Шпатова, С.В. Неволин, Т.В. Гаврилец

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, Новосибирск, Россия

E-mail: belyaev.an.ar@gmail.com

Для цитирования: Применение штаммов бактерий рода *Bacillus* при размножении жимолости одревесневшими черенками / А.А. Беляев, Т.В. Шпатова, С.В. Неволин, Т.В. Гаврилец // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 4(73). – С. 12–20. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-73-4-12-20.

Ключевые слова: бактериальные штаммы, жимолость, вегетативное размножение, одревесневшие черенки, укоренение, ростостимулирующее действие, качество посадочного материала.

Реферат. Исследования проведены в трехлетних производственных экспериментах в питомнике сельскохозяйственного производственного кооператива (СХПК) «Сады Барабы» Новосибирской области с целью оценки эффективности действия штаммов бактерий рода *Bacillus* при получении саженцев жимолости из одревесневших черенков. Доказано наиболее эффективное стимулирование укоренения одревесневших черенков жимолости при предпосадочной обработке штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов (экспериментальный биопрепарат Фитоп 8.67) в концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл до абсолютного уровня 36,9–40,5 %, выше на 20,3–32,1 % относительно контроля. Все изучаемые бактериальные штаммы достоверно стимулировали увеличение биомассы саженцев на 17,6–42,6 % относительно контроля, до уровня 11,7–14,2 г/растение. Наиболее стабильно в годы наблюдения действовали штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесь трех штаммов, у которых можно констатировать наибольшее ростостимулирующее влияние на растения жимолости. Увеличение товарного качества саженцев (I и II сорта) доказано при использовании предпосадочной обработки штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов – на 32,5–35,0 % относительно контроля, до абсолютного уровня 70,7–72,0 %. Наибольший выход стандартных саженцев, в среднем за 3 года, доказан при предпосадочной обработке штаммом *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 – 777,4 саженцев/вариант, который следует признать наиболее перспективным штаммом для применения при получении саженцев из одревесневших черенков жимолости.

APPLICATION OF *BACILLUS* BACTERIAL STRAINS IN THE PROPAGATION OF HONEYSUCKLE BY WOODY CUTTINGS

A.A. Belyaev, T.V. Shpatova, S.V. Nevolin, T.V. Gavrillets

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: belyaev.an.ar@gmail.com

Keywords: bacterial strains, honeysuckle, vegetative propagation, lignified cuttings, rooting, growth-stimulating effect, quality of planting material.

Abstract. The studies were conducted in three-year production experiments in the nursery of the agricultural production cooperative (APC) “Sady Baraby” in the Novosibirsk region to assess the effectiveness of the *Bacillus* bacteria strains in obtaining honeysuckle seedlings from lignified cuttings. The most effective stimulation of rooting of lignified honeysuckle cuttings was proven with pre-planting treatment with the strains *B. amyloliquefaciens* VKPM B-10642, *B. licheniformis* VKPM B-10562 and a mixture of 3 strains (experimental biopreparation Fitop 8.67) in concentrations of 1×10^5 CFU/ml to an absolute level of 36.9–40.5 %, 20.3–32.1 % higher than the control. All the studied bacterial strains reliably stimulated the increase in seedling biomass by 17.6–42.6% relative to the control, to a level of 11.7–14.2 g/plant. The most stable in the years of observation were the strain *B. amyloliquefaciens* VKPM B-10642 and a mixture of three strains, which can be stated to have the greatest growth-stimulating effect on honeysuckle plants. An increase in the commercial quality of seedlings (I and II grades) was proven when using pre-planting treatment with the strains *B. subtilis* VKPM B-10641, *B. licheniformis* VKPM B-10562 and a mixture of three strains - by 32.5–35.0 % relative to the control, to an absolute level of 70.7–72.0 %. The highest yield of standard seedlings, on average over 3 years, was demonstrated with pre-planting treatment

with the B. licheniformis strain VKPM B-10562 – 777.4 seedlings/variant, which should be recognized as the most promising strain for use in obtaining seedlings from lignified honeysuckle cuttings.

Жимолость является ценной ягодной культурой, популярность которой постоянно возрастает в промышленном и приусадебном садоводстве. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации зарегистрировано 136 сортов жимолости [1], практически все они пригодны для выращивания в условиях региона Западной Сибири. Для удовлетворения потребности производства необходимо увеличивать производство посадочного материала жимолости. Данная культура в питомниках размножается одревесневшими черенками, а также зеленым черенкованием. Кроме того, в приусадебном садоводстве возможно размножение жимолости отводками [2].

Для повышения эффективности технологий размножения жимолости в промышленных питомниках используется ряд химических стимуляторов укоренения и роста, в частности, на основе гормонов роста растений: 1Н-индолил-3-этановой кислоты; калиевой соли 3-индолилуксусной кислоты. Перечисленные вещества используются для предварительного замачивания зеленых черенков в течение 10–16 ч, одревесневших черенков – в течение 16–20 ч перед посадкой. Аналогичным образом действует стимулятор укоренения и роста 4(индол-3ил) масляная кислота, в раствор или суспензию которой следует обмакивать предварительно увлажненный базальный срез черенка. Кроме того, для укоренения зеленых черенков ягодных культур (в том числе жимолости) рекомендовано предварительное их замачивание в смеси аминокислот L-аланин + L-глутаминовая кислота или в препарате из смеси веществ (поли-бета-гидроксимасляная кислота + магний сернокислый + калий фосфорнокислый + калий азотнокислый + карбамид) либо в препарате на основе продуктов метаболизма эндофитного гриба *Mycelium radialis* var. *ledum* [1].

Известно, что многие биологические препараты на основе почвенных сапротрофных бактерий рода *Bacillus* обладают полифункциональным действием, включающим антагонистическое подавление фитопатогенных организмов, а также антистрессовое и ростостимулирующее действие на культурные растения [3–5]. Однако в существующих рекомендациях они используются в качестве биофунгицидов на различных культурных растениях, в числе которых жимолость не упоминается [1].

Антистрессовое действие штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* может быть обусловлено их комплексным влиянием на растения и микрофлору почвы вследствие разложения органических веществ, повышения доступности элементов питания, выделения метаболитов, стимулирующих рост растений (фитогормоны), антагонистически действующих на фитопатогенов (антибиотики), а также индуцирующих у растений резистентность к фитопатогенам [6–9]. В наших исследованиях доказано повышение эффективности в размножении черной смородины при предпосадочном замачивании одревесневших черенков в суспензиях бактерий рода *Bacillus*. В связи с наличием полифункционального действия на растения и микроорганизмы штаммы бактерий рода *Bacillus* представляют интерес для стимулирования вегетативного размножения жимолости [10, 11].

Цель исследования – оценка эффективности стимулирования адаптации, роста и качества посадочного материала под действием штаммов бактерий рода *Bacillus* при получении саженцев жимолости из одревесневших черенков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в 2014–2016 гг. в питомнике сельскохозяйственного производственного кооператива (СХПК) «Сады Барабы» Новосибирской области. Хозяйство расположено в подзоне северной лесостепи Барабинской низменности, почва опытного участка – чернозем выщелоченный, содержание подвижного фосфора P_2O_5 (по Чирикову) – 150 мг/кг, содержание обменного калия K_2O (по Чирикову) более 180 мг/кг, содержание гумуса (по Тюрину в модификации ЦИНАО) 7 %, степень кислотности составляет 6,0 (рН солевой вытяжки по методу ЦИНАО), предшественник – сидеральный пар (озимая рожь). Метеоусловия 2014 г. были близки к среднегодовой норме, гидротермический коэффициент (ГТК по Г.Т. Селянинову) составил 1,0; 2016 г. – был жарким и засушливым (ГТК = 0,8). Период вегетации 2015 г. выдался теплым, с избытком осадков (ГТК = 1,4).

Объектами исследования служили укореняющиеся одревесневшие черенки жимолости сорта Бакчарский великан; бактериальные штаммы ми-

кроорганизмов видов *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Bacillus amyloliquefaciens* (Fukumoto) Priest et al., *Bacillus licheniformis* (Weigmann) Chester из коллекции культур разработчика препаратов ООО НПФ «Исследовательский центр» (научоград Кольцово, Новосибирская область): *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (экспериментальный биопрепарат Фитоп 1.68); *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 (Фитоп 3.69); *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 (Фитоп 14.72); равнопропорциональная смесь штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (Фитоп 8.67); препарат Гетероауксин П (производитель: ЗАО «ТПК Техноэкспорт»), применяемый в СХПК «Сады Барабы» для укоренения саженцев.

Производственный опыт при посадке на укоренение одревесневших черенков жимолости включал в схему четыре варианта с обработкой черенков штаммами биоагентов, а также один эталонный вариант с препаратом Гетероауксин П и один контрольный вариант.

Схема опыта:

1. Контроль (без внесения штаммов).
2. Гетероауксин П, 0,0025 % (0,25 г на 10 л воды).
3. Фитоп 8.67 (смесь трех штаммов: *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641).
4. Фитоп 3.69 (штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642).
5. Фитоп 1.68 (*B. subtilis* ВКПМ В-10641).
6. Фитоп 14.72 (*B. licheniformis* ВКПМ В-10562).

Общая площадь под опытом – 0,04 га. Сроки посадки черенков жимолости в опыте ежегодно

в 1-й декаде мая. Концентрация применяемых штаммов в опытных вариантах составляла 1×10^5 КОЕ/мл. Расход штаммов биоагентов – по 3,0 мл на вариант. Количество обрабатываемых растений – 2700 шт. на один вариант. Способ нанесения препаратов – предпосадочное замачивание черенков в растворах соответствующих препаратов с экспозицией 1 сут. Площадь под опытом составляла 390 м², площадь 1 варианта 78 м². Схема посадки черенков – 1,3 м × (3 строки × 0,13 м × 0,07 м) (45 черенков на 1,3 м² = 45 черенков на 1 пог. м ряда). Поверхность почвы в рядах была мульчирована черной полиэтиленовой пленкой. Опытный участок орошался при помощи системы капельного полива марки Аква. Суточный расход воды для полива составлял 10000 л/га.

При закладке опыта и проведении учетов использовали известные методики [12, 13]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методами дисперсионного анализа [14] с использованием пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Предпосадочную обработку высаживаемых для укоренения одревесневших черенков жимолости сорта Бакчарский великан изучаемыми препаратами проводили 9 мая 2014 г., 3 мая 2015 г. и 7 мая 2016 г. Черенки высаживали на следующий день после обработки.

Укореняемость черенков. В среднем укореняемость черенков за три года исследований составила 30,7 % от числа высаженных растений (табл. 1), варьируя по годам от 24,9 до 36,9 %.

Таблица 1

Влияние предпосадочной обработки черенков жимолости бактериальными штаммами на их укореняемость и длину надземной части саженцев (учеты 27 августа – 1 сентября 2014–2016 гг., СХПК «Сады Барабы»)

The effect of pre-planting treatment of honeysuckle cuttings with bacterial strains on their rooting and the length of the above-ground part of seedlings (counts from August 27 to September 1, 2014–2016, agricultural production cooperative “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средние за 3 года	Разность с контролем	Увеличение к контролю, %
1	2	3	4	5	6	7
Укореняемость черенков, %						
Контроль	36,9	30,2	24,9	30,7	–	–
Гетероауксин П, 0,0025 %	43,8*	37,5*	27,1	36,1*	5,5	17,8
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	47,2*	44,0*	26,7	39,3*	8,6	28,1

1	2	3	4	5	6	7
B. subtilis ВКПМ В-10641	36,0	38,2*	27,6	33,9	3,3	10,6
B. licheniformis ВКПМ В-10562	46,9*	42,7*	32,0*	40,5*	9,9	32,1
Смесь трех штаммов	47,6*	32,4	30,7*	36,9*	6,2	20,3
НСР ₀₅ по вариантам	4,2				—	—
НСР ₀₅ по годам	3,0				—	—
Длина надземной части саженцев, см						
Контроль	28,0	24,1	29,7	27,2	—	—
Гетероауксин П, 0,0025 %	35,4*	30,2*	31,0	32,2*	4,9	18,1
B. amyloliquefaciens ВКПМ В-10642	33,4*	28,7*	42,1*	34,7*	7,5	27,4
B. subtilis ВКПМ В-10641	34,4*	30,2*	37,4*	34,0*	6,8	24,8
B. licheniformis ВКПМ В-10562	34,9*	27,8*	36,4*	33,0*	5,8	21,2
Смесь трех штаммов	38,5*	40,2*	35,6*	38,1*	10,8	39,8
НСР ₀₅ по вариантам	2,8				—	—
НСР ₀₅ по годам	2,0				—	—

Примечание. Здесь и далее: * По вариантам статистически достоверно выше контроля ($P < 0,05$).

Стимулирующие эффекты во влиянии на укореняемость бактериальных штаммов статистически достоверно ($P < 0,05$) доказаны в вариантах с обработкой *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов до уровня 36,9–40,5 %, на 20,3–32,1 % выше относительно контроля, что было на одинаковом уровне с эталонным вариантом с Гетероауксином, либо достоверно превосходило в варианте с *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 действие эталона. Стимулирующее действие штамма *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 было наиболее стабильным во все 3 года исследования. Данный штамм обладает наиболее выраженными свойствами, стимулирующими адаптацию растений жимолости.

Длина надземной части саженцев. В контрольном варианте длина надземной системы саженцев по окончании 1-го года жизни растений составила в среднем за три года 27,2 см, варьируя от 24,1 см в 2015 г. до 29,7 см в 2016 г. Достоверное стимулирующее влияние на линейный рост оказывали все изучаемые бактериальные штаммы, увеличившие длину надземной части до уровня 33,0–38,1 см (на 21,2–39,8 % относительно контроля). Наибольший стимулирующий эффект достигнут в варианте с предпосадочной

обработкой смесью трёх штаммов (препарат Фитоп 8.67), где в среднем за 3 года увеличение длины растений составило 10,8 см (39,8 % относительно контроля) и достоверно превысило стимулирующее действие эталонного варианта с Гетероауксином П.

Длина корней саженцев. В течение вегетации саженцы в контрольном варианте формировали корневую систему в среднем за 3 года достигавшую в длину 13,3 см (табл. 2), варьиравшую от 12,0 см в 2015 г. до 15,6 см в 2016 г. Все бактериальные штаммы достоверно стимулировали рост корней в длину на 20,4–40,9 % до уровня 16,0–18,8 см, что было на одинаковом уровне эффективности с эталонным вариантом. Единственным вариантом статистически достоверно ($P < 0,05$) более эффективным, чем эталон Гетероауксин П, оказался *B. licheniformis* ВКПМ В-10562.

Количество побегов у одного саженца. В среднем за три года исследования количество побегов у контрольных растений составило 1,69 побегов/растение, несущественно изменяясь в отдельные годы. Статистически достоверное стимулирование ветвления до уровня 1,99–2,03 побегов/растение (на 17,3–20,1 %) доказано в вариантах со штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642

Таблица 2

Влияние предпосадочной обработки черенков жимолости бактериальными штаммами на длину корней и количество побегов у одного саженца (учеты 27 августа – 1 сентября 2014–2016 гг., СХПК «Сады Барабы»)

The effect of pre-planting treatment of honeysuckle cuttings with bacterial strains on the length of roots and the number of shoots in 1 seedling (counts from August 27 to September 1, 2014–2016, agricultural production cooperative “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средние за 3 года	Разность с контролем	Увеличение к контролю, %
Длина корней, см						
Контроль	12,4	12,0	15,6	13,3	—	—
Гетероауксин П, 0,0025 %	16,0*	18,6*	17,1*	17,2*	3,9	29,1
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	14,0*	15,9*	18,3*	16,0*	2,7	20,4
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	14,4*	24,4*	13,2	17,3*	4,0	29,8
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	15,8*	22,6*	17,9*	18,8*	5,4	40,9
Смесь трех штаммов	15,2*	18,0*	20,7*	17,9*	4,6	34,6
НСР ₀₅ по вариантам	1,4				-	-
НСР ₀₅ по годам	1,0				-	-
Количество побегов у одного саженца, побегов/растение						
Контроль	1,76	1,72	1,60	1,69	—	—
Гетероауксин П, 0,0025 %	2,04*	1,84	1,65	1,84	0,15	8,9
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	2,28*	2,32*	1,50	2,03*	0,34	20,1
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	2,12*	2,04*	1,80	1,99*	0,29	17,3
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	2,04*	1,44	2,05*	1,84	0,15	8,9
Смесь трех штаммов	2,00*	1,68	1,95*	1,88	0,18	10,8
НСР ₀₅ по вариантам	0,22				—	—
НСР ₀₅ по годам	0,15				—	—

и *B. subtilis* ВКПМ В-10641. В остальных вариантах наблюдались слабые тенденции стимулирования.

Средняя биомасса одного саженца. В конце вегетации саженцы в контрольном варианте в среднем за три года исследований имели биомассу 9,9 г/растение (табл. 3). Минимальная средняя биомасса формировалась в 2014 г. – 6,6 г/растение, максимальная – в 2015 г. – 13,7 г/растение. Все изучаемые бактериальные штаммы достоверно стимулировали увеличение биомассы саженцев на 3-летнем интервале наблюдений на 17,6–42,6 %, до уровня 11,7–14,2 г/растение. Наиболее стабильно по трем годам наблюдения

действовали штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесь трех штаммов. Единственным вариантом статистически достоверно ($P < 0,05$) более эффективным, чем эталон Гетероауксин П, оказалась смесь трех штаммов, при использовании которой увеличение средней биомассы составило 4,2 г/растение (увеличение на 42,6 % относительно контроля).

Таким образом, можно констатировать, что наиболее выраженные ростостимулирующие свойства для растений жимолости проявляли штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесь трех штаммов (препарат Фитоп 8.67).

Таблица 3

Влияние предпосадочной обработки черенков жимолости бактериальными штаммами на среднюю биомассу одного саженца и товарное качество саженцев (учеты 27 августа – 1 сентября 2014–2016 гг., СХПК «Сады Барабы»)

The effect of pre-planting treatment of honeysuckle cuttings with bacterial strains on the average biomass of 1 seedling and the commercial quality of seedlings (counts from August 27 to September 1, 2014–2016, agricultural production cooperative “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средние за 3 года	Разность с контролем	Увеличение к контролю, %
Средняя биомасса одного саженца, г/растение						
Контроль	6,6	13,7	9,6	9,9	—	—
Гетероауксин П, 0,0025 %	10,2*	15,8*	10,5	12,1*	2,2	22,3
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	11,1*	14,9*	13,6*	13,2*	3,3	32,9
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	10,5*	17,2*	10,1	12,6*	2,7	26,8
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	8,7*	12,4	14,0*	11,7*	1,7	17,6
Смесь трех штаммов	9,7*	20,6*	12,2*	14,2*	4,2	42,6
НСР ₀₅ по вариантам	1,2				—	—
НСР ₀₅ по годам	0,9				—	—
Товарное качество саженцев, % стандартных саженцев I и II сорта						
Контроль	56,0	52,0	52,0	53,3	—	—
Гетероауксин П, 0,0025 %	72,0*	48,0	64,0*	61,3	8,0	15,0
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	60,0	52,0	72,0*	61,3	8,0	15,0
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	72,0*	68,0*	76,0*	72,0*	18,7	35,0
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	72,0*	64,0*	76,0*	70,7*	17,3	32,5
Смесь трех штаммов	72,0*	72,0*	68,0*	70,7*	17,3	32,5
НСР ₀₅ по вариантам	9,7				—	—
НСР ₀₅ по годам	6,9				—	—

Товарное качество саженцев. Контрольные растения в среднем за 3 года наблюдений формировали по 53,3 % саженцев I и II сорта от общего количества, несущественно изменяясь по годам. Достоверное увеличение качества саженцев доказано в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов на 32,5–35,0 % относительно контроля, до абсолютного уровня 70,7–72,0 %, с наиболее стабильным действием по трем годам наблюдения. При этом статистически достоверно доказана более высокая эффективность стимулирующего

действия в варианте со штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 по сравнению с эталонным вариантом Гетероауксином П. Остальная часть саженцев, не вошедшая в число стандартных, требует дополнительного доращивания для повышения качества и последующей реализации.

Выход стандартных саженцев. С учетом полученных в опыте показателей укореняемости черенков и товарного качества выход саженцев с площади под каждым вариантом (78 м²) составил в контрольном варианте, в среднем за три года исследования 446,2 саженцев/вариант (табл. 4), несущественно варьируя по годам.

Таблица 4

Влияние предпосадочной обработки черенков жимолости бактериальными штаммами на выход стандартных саженцев с 1 варианта (78 м²) в первый год жизни плантации (саженцев/вариант, учеты 27 августа – 1 сентября 2014–2016 гг., СХПК «Сады Барабы»)

The effect of pre-planting treatment of honeysuckle cuttings with bacterial strains on the yield of standard seedlings from 1 variant (78 m²) in 1 year of plantation life (seedlings/variant, counts from August 27 to September 1, 2014–2016, SPK “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средние за 3 года	Разность с контролем	Увеличение к контролю, %
Контроль	561,0	427,2	350,4	446,2	–	–
Гетероауксин П, 0,0025 %	855,1*	486,1	499,2*	613,5*	167,3	37,5
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	767,5*	612,0*	525,6*	635,0*	188,9	42,3
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	702,8*	710,4*	566,4*	659,9*	213,7	47,9
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	916,2*	734,4*	681,6*	777,4*	331,2	74,2
Смесь трех штаммов	934,4*	631,2*	571,2*	712,3*	266,1	59,6
НСР ₀₅ по вариантам	139,6				–	–
НСР ₀₅ по годам	98,7				–	–

Все изучаемые бактериальные штаммы достоверно ($P < 0,05$) стимулировали формирование количества стандартных саженцев выше относительно контроля на 42,3–74,2 %, до уровня 635,0–777,4 саженцев/вариант. Эффекты стимулирования были либо на одинаковом уровне с эталоном Гетероауксином П, либо достоверно превышали эталон, как в варианте со штаммом *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, который следует признать наиболее перспективным штаммом для применения при получении саженцев из одревесневших черенков жимолости.

ВЫВОДЫ

1. В 3-летних производственных экспериментах доказано наиболее эффективное стимулирование укоренения одревесневших черенков жимолости в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов в рабочих концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл

до абсолютного уровня 36,9–40,5 %, выше на 20,3–32,1 % относительно контроля.

2. Все изучаемые бактериальные штаммы достоверно стимулировали увеличение биомассы саженцев на 17,6–42,6 % относительно контроля, до уровня 11,7–14,2 г/растение. Наиболее стабильно по трем годам наблюдения действовал штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесь трех штаммов, у которых можно констатировать наибольшее ростостимулирующее влияние на растения жимолости.

3. Увеличение товарного качества саженцев (I и II сорта) доказано в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов на 32,5–35,0 % относительно контроля, до абсолютного уровня 70,7–72,0 %. Наибольший выход стандартных саженцев в среднем за три года доказан в варианте с предпосадочной обработкой штаммом *B. licheniformis* ВКПМ В-10562: 777,4 саженцев/вариант, который следует признать наиболее перспективным для применения при получении саженцев из одревесневших черенков жимолости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. I. Пестициды. Министерство сельского хозяйства РФ. – М., 2023. – 945 с.
2. Петруша Е.Н., Крыкова А.С. Сравнительное изучение способов размножения жимолости в условиях Камчатского края // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 2 (46). – С. 39–43.

3. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений: монография / М.В. Штерншис, А.А. Беляев, В.П. Цветкова, Т.В. Шпатова, А.А. Леляк, С.А. Бахвалов; М-во сельского хозяйства РФ, Новосибирский государственный аграрный ун-т. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 233 с.
4. Рябчинская Т.А., Зими́на Т.В. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // Агрохимия. – 2017. – № 12. – С. 62–92.
5. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants // Plant Soil. – 2014. – Vol. 383(1). – P. 3–41.
6. Kim P.I. Production of biosurfactant lipopeptides iturin A, fengycins and surfactin A from *Bacillus subtilis* CMB32 for control of *Colletotrichum gloeosporioides* // J. Microbial Biotechnology. – 2010. – Vol. 20. – P. 138–145.
7. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 3. – С. 421–438.
8. Perez-Garsia A., Romero D., Vicentedei A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms // Curr Opin Biotechnol. – 2011. – Vol. 22(2). – P. 187–193.
9. Saraf M., Pandya U., Thakkar A. Role of allelochemicals in plant growth promoting rhizobacteria for biocontrol of phytopathogens // Microb. Res. – 2014. – Vol. 169. – P. 18–29.
10. Влияние штаммов бактерий рода *Bacillus* на адаптацию, рост и вегетативное размножение садовой земляники / А.А. Беляев, Т.В. Шпатова, М.В. Штерншис, и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 16–19.
11. Влияние штаммов бактерий рода *Bacillus* на размножение черной смородины одревесневшими черенками / А.А. Беляев, М.В. Штерншис, Т.В. Шпатова, В.И. Лутов, А.А. Леляк, А.И. Леляк, В.В. Юдушкин // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 1. – С. 38–40.
12. Производство и сертификация посадочного материала плодовых, годных культур и винограда в России. Контроль качества. Ч. 1. Ягодные культуры. – М.: ВСТИСП, 2009. – 164 с.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 2013. – 349 с.
15. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyy katalog pesticidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniju na territorii Rossijskoj Federacii. Part I. Pesticidy (State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. Part I. Pesticides), Ministerstvo sel'skogo hozjajstva RF, Moscow, 2023, 945 p. (In Russ.)
2. Petrusha E.N., Krykova A.S., Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik, 2018, No. 2 (46), pp. 39–43. (In Russ.)
3. Shternshis M.V., Belyaev A.A., Cvetkova V.P., Shpatova T.V., Leljak A.A., Bahvalov S.A., Biopreparaty na osnove bakterij roda *Bacillus* dlja upravlenija zdorov'em rastenij (Bacillus-based biological products for plant health management), Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2016, 233 p.
4. Ryabchinskaja T.A., Zimina T.V., Agrokhimija, 2017, No. 12, pp. 62–92. (In Russ.)
5. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W., Agricultural uses of plant biostimulants, Plant Soil., 2014, Vol. 383(1), pp. 3–41.
6. Kim P.I., Production of biosurfactant lipopeptides iturin A, fengycins and surfactin A from *Bacillus subtilis* CMB32 for control of *Colletotrichum gloeosporioides*, J. Microbial Biotechnology, 2010, Vol. 20, pp. 138–145.
7. Pavljushin V.A., Novikova I.I., Bojkova I.V., Sel'skhozjajstvennaja biologija, 2020, Vol. 55, No. 3, pp. 421–438. (In Russ.)
8. Perez-Garsia A., Romero D., Vicentedei A., Plant protection and growth stimulation by microorganisms, Curr Opinion Biotechnol., 2011, Vol. 22(2), pp. 187–193.
9. Saraf M., Pandya U., Thakkar A., Role of allelochemicals in plant growth promoting rhizobacteria for biocontrol of phytopathogens, Microb. Res., 2014, Vol. 169, pp. 18–29.
10. Beljaev A.A., Shternshis M.V., Shpatova T.V., Lutov V.I., Leljak A.A., Leljak A.I., Judushkin V.V., Dostizhenija nauki i tehniki APK, 2012, No. 3, pp. 16–19. (In Russ.)
11. Beljaev A.A., Shternshis M.V., Shpatova T.V., Lutov V.I., Leljak A.A., Leljak A.I., Judushkin V.V., Dostizhenija nauki i tehniki APK, 2014, No. 1, pp. 38–40. (In Russ.)
12. Proizvodstvo i sertifikacija posadochnogo materiala plodovyh, godnyh kul'tur i vinograda v Rossii. Kontrol' kachestva. Part 1. Jagodnye kul'tury (Production and certification of planting material for fruits, suitable crops and grapes in Russia. Quality control. Part 1. Berry crops), Moscow: VSTISP, 2009, 164 p.

13. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* (Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops), Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999, 606 p.
14. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results), Moscow, 2013, 349 p.
15. Sorokin O.D., *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKhN, 2009, 222 p.

Информация об авторах:

А.А. Беляев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Т.В. Шпатова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

С.В. Неволин, председатель СПК «Сады Барабы»

Т.В. Гаврилец, кандидат биологических наук, доцент

Contribution of the authors:

A.A. Belyaev, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

T.V. Shpatova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

S.V. Nevolin, Chairman of the SEC "Baraba Gardens"

T.V. Gavrilets, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.