

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

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

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

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

Для цитирования: Беляев А.А., Шпатова Т.В., Неволин С.В. Применение штаммов бактерий рода *Bacillus* при размножении облепихи одревесневшими черенками // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 3 (76). – С. 39–47. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-76-3-39-47.

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

Реферат. Исследования проведены в четырехлетних производственных экспериментах в питомнике сельскохозяйственного производственного кооператива (СХПК) «Сады Барабы» Новосибирской области с целью оценки эффективности действия штаммов бактерий рода *Bacillus* при получении саженцев облепихи из одревесневших черенков. Доказано стимулирующее действие на укоренение одревесневших черенков облепихи в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов (экспериментальный биопрепарат Фитоп 8.67) в рабочих концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл – увеличение на 13,1–18,9 % относительно контроля до абсолютных уровней 48,8–51,3 %, действовавших на одинаковом уровне эффективности с эталонным вариантом Гетероауксином. Все изучаемые бактериальные штаммы достоверно стимулировали увеличение биомассы саженцев на 9,1–20,5 % относительно контроля до уровня 19,0–20,4 г/растение. Наиболее стабильно по четырем годам наблюдения действовал штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесь трех штаммов, у которых можно констатировать наибольшее ростостимулирующее влияние на растения облепихи. Повышение товарного качества саженцев облепихи доказано в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 28,6 и 17,7 % при 70,0 % в контроле. Наибольший выход саженцев в среднем за четыре года доказан в вариантах со штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смеси трех штаммов, которые следует признать наиболее перспективными для применения при получении саженцев из одревесневших черенков облепихи.

APPLICATION OF BACILLUS BACTERIAL STRAINS IN THE PROPAGATION OF SEA BUCKTHORN BY LIGNIFIED CUTTINGS

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

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

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

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

Abstract. The studies were conducted in four-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 sea buckthorn seedlings from lignified cuttings. A stimulating effect on the rooting of lignified sea buckthorn cuttings was proven in variants with pre-planting treatment with the strains *B. subtilis* VKPM B-10641, *B. licheniformis* VKPM B-10562 and a mixture of 3 strains (experimental biopreparation Fitop 8.67) in working concentrations of 1×10^5 CFU/ml – an increase of 13.1–18.9 % relative to the control, to absolute levels of 48.8–51.3 %, acting at the same level of efficiency with the reference variant Heteroauxin. All the studied bacterial strains reliably stimulated the increase in seedling biomass by 9.1–20.5 % relative to the control, to a level of 19.0–20.4 g/plant. The most stable over 4 years of observation were the strain *B. amyloliquefaciens* VKPM B-10642 and a mixture of 3 strains, which can be stated to have the greatest growth-stimulating effect on sea buckthorn plants. An increase in the commercial quality of sea buckthorn seedlings was proven in the variants with pre-planting treatment with the strains *B. amyloliquefaciens* VKPM B-10642 and *B. licheniformis* VKPM B-10562, an increase of 28.6 % and 17.7 %, with 70.0 % in the control. The highest yield of seedlings, on average

over 4 years, has been proven in variants with strains *B. subtilis* VKPM B-10641, *B. licheniformis* VKPM B-10562 and a mixture of 3 strains, which should be recognized as the most promising for use in obtaining seedlings from lignified cuttings of sea buckthorn.

Облепиха является плодовым, поливитаминовым, а также декоративным растением. Ее плоды употребляются в свежем виде, пригодны для различных видов переработки. Важно сырьевое назначение облепихи для производства лекарственных препаратов в связи с содержанием в плодах масла, каротиноидов, витамина С, микроэлементов. Это высокоурожайная, зимостойкая культура [1, 2].

Облепиха предпочитает относительно легкие песчаные почвы с достаточным обеспечением кислородом и влагой, выдерживает временное затопление текущей водой, хорошо растет на орошаемом черном пару. Растение испытывает сильный стресс на тяжелых, переувлажненных почвах, на заболачиваемых участках, на которых часто возникает дефицит кислорода для корневой системы и исключается получение полноценного урожая. При этом отдельные участки тканей корней отмирают или ослабляются и заселяются возбудителями усыхания растений (вилта) грибами родов *Fusarium* Link и *Verticillium* Nees. Существенно усиливают поражение механические повреждения корневой системы. Распространенность усыхания может достигать 26–60 % [3].

Облепиху размножают зелеными или одревесневшими черенками, в приусадебном хозяйстве возможно размножение корневыми отпрысками [4, 5]. В качестве оперативных мер снижения стрессовой нагрузки при выращивании посадочного материала рекомендован ряд регуляторов роста на основе 1Н-индолил-3-этановой кислоты, калиевой соли 3-индолилуксусной кислоты, 4(индол-3ил) масляной кислоты, гидроксикоричной кислоты и некоторых других веществ. Перечисленные вещества используются для предварительного замачивания черенков в течение 10–20 ч перед посадкой [6].

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 [7]. Однако в существующих рекомендациях они используются в качестве биофунгицидов на различных культурных растениях, в числе которых облепиха не упоминается [6]. В наших исследованиях доказано повышение

эффективности в размножении земляники, черной смородины, жимолости при предпосадочном замачивании корневой системы саженцев или 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 облепихи [8–10].

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

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в 2014–2017 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. Период вегетации 2016 г. был жарким и засушливым (ГТК = 0,8), 2015 г. – с повышенным температурным фоном и повышенной влажностью (ГТК = 1,4), 2017 г. – с близкой к норме температурой и избытком осадков (ГТК = 1,4).

Объектами исследования служили укореняющиеся одревесневшие черенки облепихи сорта Чуйская; бактериальные штаммы микроорганизмов видов *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Bacillus amyloliquefaciens* (Fukumoto) Priest et al., *Bacillus licheniformis* (Weigmann) Chester из коллекции культур разработчика препаратов ООО НПФ «Исследовательский центр» (научград 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 облепихи 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, 0,002 % (0,2 г на 10 л воды).
3. Штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 (Фитоп 3.69).
4. *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (Фитоп 1.68).
5. *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 (Фитоп 14.72).
6. Смесь трех штаммов: *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (Фитоп 8.67).

Общая площадь под опытом – 0,072 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 – 4984 шт. на один вариант. Способ нанесения препаратов – предпосадочное замачивание черенков в растворах соответствующих препаратов с экспозицией 1 сут. 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 производственного опыта и проведении учетов использовали известные методики [11, 12]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методами дисперсионного анализа [13] с использованием пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Предпосадочную обработку изучаемыми препаратами одревесневших черенков облепихи сорта Чуйская, высаживаемых для укоренения, проводили 10 мая 2014 г., 2 мая 2015 г., 7 мая 2016 г. и 7 мая 2017 г. Черенки высаживали на следующий день после обработки.

Итоговые учеты состояния растений проведены 28 августа 2014 г., 1 сентября 2015 г., 27 августа 2016 г., 26 августа 2017 г.

Укореняемость черенков. Укореняемость черенков в среднем за четыре года исследований составила 43,1 % от числа высаженных растений (табл. 1), варьируя по годам от 65,6 % в 2014 г. до 22,7 % в 2016 г. Низкая укореняемость отмечена в 2016 г., когда в конце мая, июне, августе и сентябре наблюдались условия сильного стресса от почвенной и воздушной засухи, которая только частично смягчалась капельным поливом питомника.

Таблица 1

Влияние предпосадочной обработки черенков облепихи бактериальными штаммами на укореняемость черенков, % (учеты 26 августа – 1 сентября в 2014–2017 гг., СХПК «Сады Барабы»)
The effect of pre-planting treatment of sea buckthorn cuttings with bacterial strains on the rooting of cuttings, % (counts from August 26 to September 1 in 2014–2017, agricultural production cooperative “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средние за четыре года
Контроль	65,6	40,9	22,7	43,3	43,1
Гетероауксин П, 0,002 %	77,6*	47,4*	24,9	55,6*	51,4*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	63,2	39,6	19,6	55,0*	44,3
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	76,8*	48,9*	21,3	50,6*	49,4*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	88,8*	47,8*	21,8	46,7	51,3*
Смесь трех штаммов	68,8	60,0*	21,3	45,0	48,8*
НСР ₀₅ по вариантам = 5,2 %; НСР ₀₅ по годам = 4,2					

*по вариантам статистически достоверно ($P < 0,05$) выше контроля.

Стимулирующие эффекты доказаны ($P < 0,05$) в 2014 г. в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 17,1 и 35,4 % относительно контроля. В 2015 г. стимулирование укоренения доказано в вариантах с обработкой *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов, увеличение на 19,6, 16,8 и 46,7 %. В 2016 г. стимулирующее влияние в опытных вариантах не проявлялось. В 2017 г. стимулирующее действие доказано в вариантах с *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. subtilis* ВКПМ В-10641, увеличение на 26,9 % и 16,7 % относительно контроля.

В среднем за четыре года достоверно доказано ($P < 0,05$) стимулирующее действие на

укоренение черенков в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов, увеличение на 14,5, 18,9 и 13,1 % до абсолютных показателей 49,4, 51,3 и 48,8 % (уровень эффективности одинаков с эталонным вариантом Гетероауксином П, 0,002 %).

Можно констатировать наличие у штаммов *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смеси трех штаммов доказанного адаптирующего влияния на укореняющиеся черенки облепихи.

Длина надземной части саженцев. В контрольном варианте отрастающая надземная часть имела в конце вегетацию длину 37,5 см в 2014 г., 35,3 см – в 2015 г., 58,3 см – в 2016 г. и 54,1 см – в 2017 г (табл. 2).

Таблица 2

Влияние предпосадочной обработки черенков облепихи бактериальными штаммами на длину надземной части и длину корней саженцев (учеты 26 августа – 1 сентября в 2014–2017 гг., СХПК «Сады Барабы»)
The effect of pre-planting treatment of sea buckthorn cuttings with bacterial strains on the length of the above-ground part and the length of the roots of seedlings (counts from August 26 to September 1 in 2014–2017, agricultural production cooperative “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средние за четыре года
<i>Длина надземной части, см</i>					
Контроль	37,5	35,3	58,3	54,1	46,3
Гетероауксин П, 0,002%	41,6*	44,0*	58,5	59,2*	50,8*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	37,7	46,1*	62,7*	60,1*	51,6*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	39,8	48,4*	49,1	55,4	48,2
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	43,5*	41,4*	56,0	57,6*	49,6*
Смесь трёх штаммов	41,1*	48,8*	52,4	59,1*	50,3*
НСР ₀₅ по вариантам = 2,8 см; НСР ₀₅ по годам = 2,3					
<i>Длина корней, см</i>					
Контроль	11,2	21,3	17,2	15,1	16,2
Гетероауксин П, 0,002%	15,2*	21,2	13,7	17,0*	16,7
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	15,1*	19,8	20,7*	17,6*	18,3*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	15,7*	20,8	14,2	15,5	16,5
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	16,0*	21,0	14,4	16,3	16,9
Смесь трёх штаммов	16,7*	22,8*	13,4	17,1*	17,5*
НСР ₀₅ по вариантам = 1,3 см; НСР ₀₅ по годам = 1,1					

Стимулирование длины надземной системы доказано в 2014 г. в вариантах с применением штаммов *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов, увеличение на 16,0 и 9,6 % относительно контроля. В 2015 г. стимулирующие эффекты статистически достоверно ($P < 0,05$) доказаны во всех опытных вариантах с приме-

нием штаммов, увеличение длины на 17,2–38,2 % относительно контроля. В 2016 г. стимулирующее влияние на длину надземной части проявилось в варианте со штаммом *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, увеличение на 7,5 % относительно контроля. В 2017 г. стимулирующее влияние оказывали штаммы *B. amyloliquefaciens* ВКПМ

В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесь трех штаммов, увеличение на 6,5–11,2 % относительно контроля.

В среднем за четыре года наблюдений штаммы *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесь трех штаммов оказывали статистически достоверное стимулирующее влияние на длину растений, увеличение на 7,2–11,5 % при 46,3 см в контроле (уровень эффективности одинаков с эталонным вариантом Гетероауксин П).

Длина корней саженцев. Саженцы в контрольном варианте формировали в 2014 г. длину корней, равную в среднем 11,2 см, в 2015 г. – 21,3 см, в 2016 г. – 17,2 см и в 2017 г. – 15,1 см.

Стимулирование длины корней в 2014 г. доказано во всех вариантах с предпосадочной обработкой бактериальными штаммами, увеличение на 35,5–49,8 % относительно контроля. В 2015 г. стимулирующее влияние оказала только смесь трех штаммов, увеличение на 6,9 % относительно контроля, в 2016 г. – только штамм

B. amyloliquefaciens ВКПМ В-10642, увеличение на 20,7 % относительно контроля. В 2017 г. стимулировали рост корней штаммом *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесью трех штаммов, увеличение на 16,7 и 13,2 % относительно контроля.

В среднем за четыре года стимулирующее влияние на длину корней саженцев доказано в вариантах с предпосадочной обработкой штаммом *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесью трех штаммов, увеличение на 13,1 и 8,2 % при 16,2 см в контроле. При этом штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 достоверно превосходил по эффективности эталонный вариант, а смесь трех штаммов действовала на одинаковом с эталоном уровне.

Биомасса одного саженца. Контрольные растения формировали биомассу в 2014 г., равную 11,3 г/растение, в 2015 г. – 12,8 г/растение, в 2016 г. – 16,4 г/растение и в 2017 г. – 27,3 г/растение (табл. 3).

Таблица 3

Влияние предпосадочной обработки черенков облепихи бактериальными штаммами на среднюю биомассу и количество побегов у одного саженца (учеты 26 августа – 1 сентября в 2014–2017 гг.,

СХПК «Сады Барабы»)

The effect of pre-planting treatment of sea buckthorn cuttings with bacterial strains on the average biomass and number of shoots in one seedling (counts from August 26 to September 1 in 2014–2017, agricultural production cooperative “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средние за четыре года
<i>Биомасса одного саженца, г/растение</i>					
Контроль	11,3	12,8	16,4	27,3	16,9
Гетероауксин П, 0,002 %	13,2*	14,5*	19,4*	29,5*	19,1*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	13,4*	15,7*	22,6*	29,9*	20,4*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	16,0*	16,2*	14,0	27,7	18,5*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	17,2*	12,6	18,7*	28,7*	19,3*
Смесь трех штаммов	15,3*	15,2*	15,9	29,5*	19,0*
НСР ₀₅ по вариантам = 1,3 г/растение; НСР ₀₅ по годам = 1,1					
<i>Количество побегов у одного саженца, побегов/растение</i>					
Контроль	1,19	1,32	1,10	1,20	1,20
Гетероауксин П, 0,002 %	1,30*	1,30	1,30*	1,40*	1,32*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	1,36*	1,36	1,32*	1,42*	1,37*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	1,29*	1,32	1,25*	1,35*	1,30*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	1,33*	1,27	1,35*	1,15	1,28
Смесь трех штаммов	1,24	1,24	1,30*	1,15	1,23
НСР ₀₅ по вариантам = 0,10 побегов/растение; НСР ₀₅ по годам = 0,07					

В 2014 г. статистически достоверно доказано стимулирование биомассы во всех вариантах с предпосадочной обработкой всеми бактериальными штаммами, увеличение на 18,4–52,1 % относительно контрольного варианта. В 2015 г. стимулирующее влияние оказывали штаммы *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и смесь трех штаммов, увеличение на 22,1, 26,2 и 18,7 % относительно контроля. В 2016 г. доказано стимулирование биомассы в вариантах с обработкой штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 38,2 и 14,4 % относительно контроля. В 2017 г. биомасса возрастала в вариантах с обработкой *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов, увеличение на 9,8, 5,3 и 8,1 % относительно контроля.

В среднем за четыре года наблюдений доказано стимулирование биомассы одного растения у всех испытываемых штаммов, увеличение на 9,1–20,5 % при 16,9 г/растение в контроле. При этом штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 по эффективности статистически достоверно ($P < 0,05$) превосходил эталонный вариант с Гетероауксином П и действовал наиболее стабильно по годам, а остальные штаммы действовали на одинаковом уровне с эталоном.

Количество побегов у одного саженца. Растения в контроле формировали по 1,19 побегов/растение в 2014 г., 1,32 побегов/растение – в 2025 г., 1,10 побегов/растение в 2016 г. и 1,20 побегов/растение в 2017 г.

Стимулирующее действие в 2014 г. достоверно доказано ($P < 0,05$) у штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 14,3, 8,4 и 11,8 % относительно контроля. В 2015 г. влияние штаммов не удалось доказать. В 2016 г. все изучаемые штаммы стимулировали образование побегов, увеличение на 13,6–22,7 % относительно контроля. В 2017 г. стимулирующее действие доказано у штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. subtilis* ВКПМ В-10641, увеличение на 18,3 и 12,5 % относительно контроля.

В среднем за четыре года наблюдения доказано стимулирующее влияние на побегообразование облепихи у штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. subtilis* ВКПМ В-10641, увеличение количества побегов на 13,5 и 8,3 % относительно контроля. Оба штамма действовали на одинаковом с эталонным вариантом уровне эффективности.

Можно констатировать наличие наибольшего ростостимулирующего действия на укореняющиеся растения облепихи при черенковании у штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смеси трех штаммов.

Формирование количества саженцев в 1-й год выращивания на площади 100 м². Контрольные растения формировали в 2014 г. по 2270,7 саженцев на площади 100 м², выросших из одревесневших черенков, в 2015 г. – 1415,4 саженцев/100 м², в 2016 г. – 784,6 саженцев/100 м² и в 2017 г. – 1500,0 саженцев/100 м² (табл. 4).

Таблица 4

Влияние предпосадочной обработки черенков облепихи бактериальными штаммами на формирование саженцев и их товарное качество в 1-й год выращивания (учеты 26 августа – 1 сентября 2014–2017 гг., СХПК «Сады Барабы»)

The effect of pre-planting treatment of sea buckthorn cuttings with bacterial strains on the formation of seedlings and their commercial quality in the 1st year of cultivation (counts from August 26 to September 1, 2014–2017, agricultural production cooperative “Sady Baraby”)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средние за четыре года
1	2	3	4	5	6
<i>Количество саженцев, саженцев/100 м²</i>					
Контроль	2270,7	1415,4	784,6	1500,0	1492,7
Гетероауксин П, 0,002 %	2686,1*	1641,4*	861,5	1923,1*	1778,0*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	2187,7	1369,2	676,9	1903,8*	1534,4
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	2658,4*	1692,3*	738,5	1750,0*	1709,8*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	3073,8*	1653,8*	753,8	1615,4	1774,2*

1	2	3	4	5	6
Смесь трех штаммов	2381,5	2076,9*	738,5	1557,7	1688,6*
НСП ₀₅ по вариантам = 178,3 саженцев/100 м ² ; НСП ₀₅ по годам = 145,6					
Саженцы I и II товарного сорта, % от общего количества					
Контроль	30,0	70,0	100,0	80,0	70,0
Гетероауксин П, 0,002 %	80,0*	100,0*	60,0	100,0*	85,0*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	60,0*	100,0*	100,0	100,0*	90,0*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	80,0*	100,0*	60,0	80,0	80,0
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	70,0*	90,0*	70,0	100,0*	82,5*
Смесь трех штаммов	70,0*	100,0*	50,0	90,0	77,5
НСП ₀₅ по вариантам = 12,3 %; НСП ₀₅ по годам = 10,1					

Стимулирование образования саженцев в 2014 г. статистически достоверно ($P < 0,05$) доказано в вариантах с предпосадочной обработкой черенков штаммами и *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 17,1 и 35,4 % относительно контроля. В 2015 г. доказано стимулирование образования саженцев под влиянием *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смеси трех штаммов, увеличение на 19,6, 16,8 и 46,7 % относительно контроля. В 2016 г. влияние бактериальных штаммов на формирование саженцев не было доказано. В 2017 г. стимулирование происходило в вариантах с обработкой штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. subtilis* ВКПМ В-10641.

В среднем за четыре года наблюдалось стимулирующее действие штаммов *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смеси трех штаммов на вегетативное размножение облепихи, увеличение количества саженцев в 1,1–1,2 раза относительно контроля. Эффективность действия указанных штаммов была на одинаковом уровне с эталонным вариантом с Гетероауксином П.

Товарное качество саженцев. Растения в питомнике в контрольном варианте формировали саженцы I и II товарного сорта в количестве 30 % в 2014 г., в 2015 г. – 70 %. В 2016 г. – 100 % и в 2017 г. – 80 % от общего количества укоренившихся растений облепихи.

В 2014 г. – все испытываемые бактериальные штаммы стимулировали товарное качество саженцев, увеличение на 100,0–166,7 % относительно контроля. В 2015 г. – на 28,6–42,9 % относительно контроля. В 2016 г. стимулирующее действие бактериальных штаммов не было доказано. В 2017 г. стимулирующее влияние оказали

штаммы *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 25,0 % в обоих вариантах относительно контроля.

В среднем за четыре года наблюдений статистически достоверно доказано стимулирование товарного качества саженцев в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 28,6 и 17,7 % при 70,0 % саженцев I и II товарного сорта в контроле. Эффективность действия бактериальных штаммов была на одинаковом уровне с эталоном Гетероауксин П.

Таким образом, следует указать, что наилучшее полифункциональное действие на укореняющиеся одревесневшие черенки облепихи в питомнике СХПК «Сады Барабы» в 2014–2015 гг. оказывали штаммы *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесь трех штаммов. Они стимулировали формирование количества саженцев и обладали в ряде случаев адаптирующим и ростостимулирующим влиянием на растения.

ВЫВОДЫ

1. В 4-летних производственных экспериментах доказано стимулирующее действие на укореняемость одревесневших черенков облепихи в вариантах с предпосадочной обработкой штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смесью трех штаммов (*B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641) в рабочих концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл – увеличение на 13,1–18,9 % относительно контроля до абсолютных показателей 48,8–51,3 % (уровень

эффективности одинаков с эталонным вариантом Гетероауксином П).

2. Все изучаемые бактериальные штаммы достоверно стимулировали увеличение биомассы саженцев на 9,1–20,5 % относительно контроля до уровня 19,0–20,4 г/растение. Наиболее стабильно по четырем годам наблюдения действовал штамм *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и смесь трех штаммов, у которых можно констатировать наибольшее ростостимулирующее влияние на растения облепихи.

3. Увеличение товарного качества саженцев облепихи (I и II сорта) доказано в вариан-

тах с предпосадочной обработкой штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, увеличение на 28,6 и 17,7 при 70,0 % в контроле. Наибольший выход саженцев в среднем за четыре года на одинаковом уровне с эталоном Гетероауксином П доказан в вариантах со штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и смеси трех штаммов, которые следует признать наиболее перспективными для применения при получении саженцев из одревесневших черенков облепихи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Помология*. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / Под ред. И.П. Калининой / РАСХН. Сиб. отд. ГНУ НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск: ООО «Юпитер», 2005. – 568 с.
2. *Ершова И.В.* Пищевая и биологическая ценность сортообразцов облепихи алтайской селекции // Труды международной научной онлайн-конференции «АгроНаука–2020»: сб. ст. – Новосибирск, 2020. – С. 36–39.
3. *Мирошников В.Г.* Основные болезни облепихи и меры борьбы с ними в условиях лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1996. – 16 с.
4. *Небесных М.А.* Повышение надежности вегетативного размножения *Hippophae rhamnoides* L. (Облепиха крушиновидная) для целей приусадебного садоводства // Вестник ИрГСХА. – 2009. – № 37. – С. 15–21.
5. *Потапова А.В., Зубик И.Н., Дорожкина Л.А.* Размножение представителей родов Лох (*Elaeagnus* L.) и Облепиха (*Hippophae* L.) одревесневшими черенками // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвященной 150-летию А.В. Леонтовича: сб. ст. – М., 2019. – С. 87–91.
6. *Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации*. Ч. I. Пестициды. Министерство сельского хозяйства РФ. – М., 2023. – 945 с.
7. *Рябчинская Т.А., Зимина Т.В.* Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // Агрохимия. – 2017. – № 12. – С. 62–92.
8. *Влияние штаммов бактерий рода Bacillus на размножение черной смородины одревесневшими черенками* / А.А. Беляев, М.В. Штерншис, Т.В. Шпатова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 1. – С. 38–40.
9. *Полифункциональное действие штаммов бактерий рода Bacillus на садовую землянику* / А.А. Беляев, М.В. Штерншис, Т.В. Шпатова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 4. – С. 31–34.
10. *Применение штаммов бактерий рода Bacillus при размножении жимолости одревесневшими черенками* / А.А. Беляев, Т.В. Шпатова, С.В. Неволлин, Т.В. Гаврилец // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 4 (73). – С. 12–20.
11. *Производство и сертификация посадочного материала плодовых, годных культур и винограда в России*. Контроль качества. Ч. 1. Ягодные культуры. – М.: ВСТИСП, 2009. – 164 с.
12. *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур*. – Орел, 1999. – 606 с.
13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высш. с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. – М., 2013. – 349 с.
14. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

REFERENCES

1. *Pomologija. Sibirskie sorta plodovyh i jagodnyh kul'tur HH stoletija* (Pomology. Siberian varieties of fruit and berry crops of the 20th century), Novosibirsk: ООО «Jupiter», 2005, 568 p.
2. *Ershova I.V., AgroNauka-2020* (AgroScience-2020), Proceedings of the international scientific online conference, Novosibirsk, 2020, pp. 36–39. (In Russ.)
3. *Miroshnikov V.G., Osnovnye bolezni oblepihi i mery bor'by s nimi v usloviyah lesostepi Zapadnoy Sibiri* (Main diseases of sea buckthorn and measures to combat them in the forest-steppe conditions of Western Siberia), Extended abstract of candidate's thesis, Novosibirsk, 1996, 16 p.
4. *Nebesnyh M.A., Vestnik IrGSHA*, 2009, No. 37, pp. 15–21. (In Russ.)

5. Potapova A.V., Zubik I.N., Dorozhkina L.A., *Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchjonyh i specialistov, posvjashhjonnoj 150-letiju A.V. Leontovicha*, Proceedings of the conference Title, Moscow, 2019, pp. 87–91. (In Russ.)
6. *Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh 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.
7. Rjabchinskaja T.A., Zimina T.V., *Agrohimija*, 2017, No. 12, pp. 62–92. (In Russ.)
8. 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.)
9. Beljaev A.A., Shternshis M.V., Shpatova T.V., Pospelova N.P., Leljak A.A., Leljak A.I., Lutov V.I., *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2015, No. 4, pp. 31–34. (In Russ.)
10. Beljaev A.A., Shpatova T.V., Nevolin S.V., Gavrilc T.V., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2024, No. 4 (73), pp. 12–20. (In Russ.)
11. *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. (In Russ.)
12. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* (Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops), Orel, 1999, 606 p. (In Russ.)
13. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii* (Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results), Moscow, 2013, 349 p.
14. 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 сельскохозяйственного производственного кооператива «Сады Барабы»

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 agricultural production cooperative “Gardens of Baraby”

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.