

**ВЛИЯНИЕ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*
НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ФОРМИРОВАНИЕ ТКАНЕЙ
В ПОБЕГАХ РЕМОНТАНТНОЙ МАЛИНЫ**

¹Н.С. Чеченина, аспирант

¹В.И. Лутов, кандидат сельскохозяйственных наук

¹А.А. Беляев, доктор сельскохозяйственных наук

²А.А. Лемяк, кандидат биологических наук

²А.И. Лемяк, директор

¹Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия

²НПФ «Исследовательский центр», наукоград Кольцово, Новосибирская область, Россия

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

Ключевые слова: малина ремонтантная, штаммы бактерий рода *Bacillus*, ростовые процессы, перидерма, ксилема

Реферат. Исследования проведены с целью выявления гистологических реакций в побегах ремонтантной малины в качестве аспекта ростостимулирующего действия предпосадочной обработки корневой системы саженцев штаммами сапротрофных бактерий рода *Bacillus*. Наблюдения в модельном эксперименте выполнены в 2017–2018 гг. в производственных насаждениях ремонтантной малины сельскохозяйственной артели «Сады Сибири» Новосибирской области. Растения обрабатывали перед посадкой путем замачивания корневой системы в рабочей жидкости, содержащей биоагент в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл. По совокупности ростостимулирующих эффектов наиболее эффективное комплексное действие на растения ремонтантной малины оказывала предпосадочная обработка штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и смесевым препаратом Фитон 8.67: количество побегов замещения увеличивалось на 45–69 %, длина побегов замещения – на 16–20 %, количество междоузлий – в 1,2 раза относительно контроля. Под влиянием этих же бактериальных биоагентов в побегах ремонтантной малины установлено повышение толщины перидермы на 20–25 % относительно контроля, увеличение количества слоев перидермы на 12–35 %, суберинизированных (вызревших) слоев перидермы – на 30–48 %, толщины ксилемы – на 12–22 %. Во влиянии на растения малины штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитон 8.67 доказана закономерность одновременного стимулирования ростовых процессов в побегах замещения и формирования зрелой перидермы, выполняющей роль иммунологического барьера в отношении фитопатогенов, вредителей и абиотических стресс-факторов.

INFLUENCE OF BACTERIAL STRAINS OF THE GENUS *BACILLUS* ON GROWTH PROCESSES AND TISSUE FORMATION IN THE SHOOTS OF REMONTANT RASPBERRIES.

¹N.S. Chechenina, PhD student

¹V.I. Lutoy, Candidate of Agricultural Sciences

¹A.A. Beliaev, Doctor of Agricultural Sciences

²A.A. Leliak, Candidate of Biological Sciences

²A.I. Leliak, Supervisor

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²SPC RC «Issledovatel'skiy Tsentr», Koltsovo Science City, Novosibirsk Region, Russia

Key words: remontant raspberry, bacterial strains of the genus *Bacillus*, growth processes, periderm, xylem.

Abstract. *The studies were carried out with the aim of revealing histological reactions in the shoots of remontant raspberries as an aspect of the growth-stimulating effect of pre-planting treatment of the root system of seedlings with strains of saprotrophic bacteria of the genus Bacillus. The observations in the model experiment were carried out in 2017-2018 in the production plantings of remontant raspberries of the agricultural artel "Sady Sibiri" in the Novosibirsk Region. Plants were treated before planting by soaking the root system in a working fluid containing a bioagent at a concentration of 1×10^5 CFU / ml. In terms of the totality of growth-stimulating effects, the most effective complex effect on remontant raspberry plants was provided by pre-planting treatment with *B. subtilis* strain VKPM B-10641 and a mixture preparation Fitop 8.67. The number of replacement shoots increased by 45–69%, the length of replacement shoots - by 16–20%, the amount internodes - 1.2 times relative to control. Under the influence of the same bacterial bioagents in the shoots of remontant raspberries, an increase in the thickness of the peridermis by 20–25% relative to the control, an increase in the number of peridermal layers by 12–35%, suberized (matured) layers of the peridermis by 30–48%, and the thickness of xylem by 12–22% was observed. *B. subtilis* VKPM B-10641 strain and Fitop 8.67 influence raspberry plants, the regularity of simultaneous stimulation of growth processes in the replacement shoots and the formation of mature peridermis. So it acts as an immunological barrier against phytopathogens, pests and abiotic stress factors. So the research proved it.*

Биологические препараты активно используются в садоводстве и питомниководстве для увеличения продуктивности и устойчивости культурных растений к биотическим и абиотическим факторам, а также повышения экологической безопасности производства и получаемой продукции [1–3]. Установлено, что сапротрофные бактерии рода *Bacillus* не только защищают растение от фитопатогенных организмов вследствие наличия антагонистических свойств, но одновременно могут иммунизировать растения, регулировать рост, развитие и продуктивность ремонтантной малины, а также повышать почвенную микробиологическую активность. Комплексное влияние бактериальных биоагентов обуслов-

лено их способностью разлагать органические вещества и повышать доступность для растений элементов питания, выделять биологически активные метаболиты, стимулирующие рост растений (в частности, ауксины, жасмонаты, этилен), антибиотики, ферменты (хитиназу) и другие вещества, вызывающие у растений индукцию резистентности к фитопатогенам [4–6].

Выявлено, что ремонтантные сорта малины более восприимчивы к грибным инфекциям стеблей, так как на 2–3 недели позже формируют вызревшую перидерму и ксилему, выступающие в роли иммунологических барьеров [7], по сравнению с малиной обычного типа плодоношения [8]. В условиях искус-

ственного заражения через повреждения эпидермиса грибом *Fusarium sambucinum* Fuck. установлено, что при недостаточном уровне вызревания и развития перидермы и ксилемы он вызывает значительную некротизацию внутренних тканей побегов по сравнению с сортами обычного типа плодоношения, поэтому могут потребоваться дополнительные меры защиты побегов ремонтантной малины [9, 10].

Цель исследования – выявление гистологических реакций в побегах ремонтантной малины в качестве аспекта ростостимулирующего действия предпосадочной обработки корневой системы штаммами сапротрофных бактерий рода *Bacillus*.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2017–2018 гг. на производственных посадках ремонтантной малины в сельскохозяйственной артели «Сады Сибири» (СХА «Сады Сибири») Новосибирской области в подзоне дренированной лесостепи Приобья. Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая, предшественник – черный пар. Погодные условия периодов вегетации в оба года исследований были благоприятны для роста малины: в 2017 г. температура превышала среднегодовую норму на 0,8 °C, по осадкам наблюдалось превышение нормы на 23 %, в 2018 г. температура соответствовала норме, по осадкам превышение составило 13 %.

Объектами исследования являлись ремонтантная малина сорта Недосыгаемая (селекции ВСТИСП, г. Москва), штаммы сапротрофных бактерий рода *Bacillus*: *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, экспериментальный препарат Фитоп 8.67 – смесь трех штаммов: *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (производитель – ООО НПФ «Исследовательский центр»), гу-

миновый препарат Феникс 0,1 % (производитель – ООО «НПП Теллура-бис», г. Бийск).

Повторность в модельном опыте пятикратная – 5 растений на 1 вариант. Площадь питания 1 растения – 3 м². Способ нанесения биоагентов – замачивание корневой системы саженцев малины в рабочей жидкости, содержащей биоагент в концентрации 105 КОЕ/мл. Расход рабочей жидкости на 1 вариант – 2 л. Расход штамма биоагента – по 0,2 мл на вариант. Экспозиция – 2 ч.

Морфологическое и анатомо-гистологическое изучение побегов малины проводили согласно известным методикам [11, 12]. Учитывали показатели роста побегов замещения малины, состояние тканей в них определяли при помощи микроскопических измерений в гистологических срезах стеблей в ярусе 15–20 см от основания (зона наибольшей восприимчивости к грибным болезням), степень опробковения перидермы оценивали после окрашивания гистологических срезов суданом-3.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методом многофакторного дисперсионного анализа [13] с использованием пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Предпосадочная обработка бактериальными штаммами и посадка растений в опыте проведены 31 мая 2017 г. Высаженные растения имели равномерный фон по биометрическим показателям. В течение периода вегетации происходила адаптация и формирование надземной системы растений малины. Выпадов среди опытных растений не отмечено. Итоговые учеты в оба года наблюдений проведены во второй декаде сентября.

Средняя длина продуктивных побегов замещения в контроле в 2017 г. составила в конце вегетации 36,5 см (табл. 1). Статистически достоверное ($P < 0,05$) её увеличение доказано в вариантах с применением *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B.*

Таблица 1

Влияние предпосадочной обработки корневой системы саженцев бактериальными штаммами на рост побегов замещения ремонтантной малины в первый и второй годы жизни насаждений (учеты во второй декаде сентября)

Influence of pre-planting treatment of the root system of seedlings with bacterial strains on the growth of shoots replacing remontant raspberries in the first and second years of plant life (counts in the second decade of September)

Вариант	Длина побега, см	Количество междоузлий на побег	Количество побегов на растение	Диаметр стебля (мм) на высоте 15–20 см от основания побега
<i>2017 г.</i>				
Контроль	36,5	13,3	3,0	4,3
Феникс, 0,1 %	38,6	16,4*	3,2	4,4
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10643	39,7	15,7*	2,3	4,6*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	51,0*	17,2*	2,0	3,7
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	48,8*	16,6*	4,2*	5,1*
Фитоп 8.67	40,4	14,0	5,4*	5,1*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	35,5	14,8	2,5	4,5*
<i>2018 г.</i>				
Контроль	89,0	29,3	3,8	7,4
Феникс, 0,1 %	89,6	29,6	5,4*	7,5
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10643	84,7	29,0	4,3	7,7*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	98,2*	32,2*	5,2*	8,1*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	102,4*	31,0	5,6*	8,6*
Фитоп 8.67	105,0*	32,0*	6,0*	8,7*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	95,5	30,8	4,5*	8,7*
<i>Среднее за 2 года</i>				
Контроль	62,8	21,3	3,4	5,9
Феникс, 0,1 %	64,1	23,0	4,3*	6,0
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10643	62,2	22,3	3,3	6,1*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	74,6*	24,7*	3,6	5,9
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	75,6*	23,8*	4,9*	6,9*
Фитоп 8.67	72,7*	23,0	5,7*	6,9*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	65,5	22,8	3,5	6,6*
НСР ₀₅ по вариантам	6,7	2,1	0,7	0,2
НСР ₀₅ по годам	3,6	1,1	0,4	0,1

* Статистически достоверно выше контроля ($P < 0,05$).

subtilis ВКПМ В-10641 – на 12,3–14,5 см (34–40%). На второй год жизни насаждений длина контрольных побегов достигла 89,0 см. Стимулирующее действие подтвердилось в вариантах с *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. subtilis* ВКПМ В-10641, а также мощно проявилось при использовании препарата Фитоп 8.67 – увеличение на 9,2–16,0 см (10–18%). В среднем за два года указанные биоагенты стимулировали рост побегов на

9,9–12,8 см (15,8–20,4%) относительно контроля, что превышало ($P < 0,05$) действие в эталонном варианте с применением препарата Феникс.

В контроле в 2017 г. сформировалось в среднем 13,3 междоузлия на побег. Стимулирование роста междоузлий на продуктивных побегах достоверно доказано в вариантах с обработкой обоими штаммами *B. amyloliquefaciens* и *B. subtilis* ВКПМ В-10641–

на 2,4–3,9 междоузлия на растение (на 18–30% относительно контроля), на одинаковом уровне с препаратом Феникс. В 2018 г. количество междоузлий увеличивалось в вариантах с *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и препаратом Фитоп 8.67 на 2,7–2,9 междоузлия на растение (на 9–10%). В среднем за два года достоверные стимулирующие эффекты проявились в вариантах с *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. subtilis* ВКПМ В-10641 – увеличение количества междоузлий соответственно на 16 и 12%. В остальных вариантах слабые тенденции стимулирования статистически не доказаны.

Количество продуктивных побегов замещения (способных дать урожай), сформированных одним растением, в 2017 г. в контрольном варианте составило 3,0 побега на растение. Статистически достоверное ($P < 0,05$) увеличение количества побегов выявлено в вариантах с применением штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитоп 8.67 – на 1,2–2,4 побега на растение. В 2018 г. эффект стимулирования роста побегов выявлен во всех вариантах (кроме *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643) – увеличение на 0,5–2,2 побега на растение при 3,8 побега на растение в контроле. В среднем за два года достоверный эффект сохранился в вариантах с применением *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитоп 8.67 – увеличение количества побегов на 0,9–1,3 побега на растение, что в варианте с обработкой *B. subtilis* соответствовало уровню эталона, а в варианте с Фитоп 8.67 существенно (в 1,4 раза, $P < 0,05$) превышало уровень стимулирующего действия эталонного препарата Феникс 0,1%.

Средний диаметр стебля в ярусе 15–20 см от основания побега в 2017 г. в контрольном образце составил 4,3 см. Статистически достоверное увеличение толщины стебля доказано в вариантах с обработкой штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643 и препаратом Фитоп 8.67 – на 0,2–0,8 мм. В 2018 г. достоверное утолщение стебля отмечено во всех вариантах с применением биоагентов – на 4–18% относительно контроля,

где средний диаметр стебля составил 7,4 мм. В результате в среднем за 2 года достоверные эффекты стимулирования роста стеблей малины в толщину доказаны в вариантах с обработкой штаммами *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и препаратом Фитоп 8.67 – на 4–17%, причем в последних трех вариантах стимулирующие эффекты превосходили действие эталонного препарата Феникс.

Обобщая изученные аспекты ростостимулирующего действия биоагентов на ремонтантную малину по морфологическим показателям, следует констатировать более высокую эффективность и стабильность штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и смесового препарата Фитоп 8.67, которые при этом в большинстве случаев превосходили эталонный уровень.

В онтогенезе растений малины формирование морфологических признаков органов, в частности побегов, обусловлено процессами роста и развития их тканей. Изучение влияния предпосадочной обработки корневой системы саженцев ремонтантной малины штаммами сапротрофных бактерий на гистологическом уровне показало различную реакцию отдельных тканей на данный биотический фактор (табл. 2). Проявилась противоположная направленность реакции покровных тканей, особенно эпидермиса и паренхимы первичной коры, которые в ряде вариантов уменьшались в толщине в сравнении с более глубоко расположенными тканями – от перидермы до сердцевинной паренхимы, размеры которых увеличивались. В частности, толщина эпидермиса статистически достоверно уменьшалась в вариантах с применением штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и Фитоп 8.67 – на 3,8–6,2 мкм (16–26%) относительно контроля. Толщина паренхимы первичной коры сокращалась в вариантах с обработкой *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и Фитоп 8.67 на 25,1–35,3 мкм (26–37%) в сравнении с контролем. В остальных вариантах изменения толщины данных тканей, как и колленхимы,

Таблица 2

Влияние предпосадочной обработки корневой системы саженцев бактериальными штаммами на формирование тканей в побегах замещения ремонтантной малины (среднее за 2017–2018 гг., учеты во 2–3-й декадах сентября)

Influence of pre-planting treatment of the root system of seedlings with bacterial strains on the formation of tissues in the shoots of replacing remontant raspberries (average for 2017–2018, counts in the 2nd–3rd decades of September)

Варианты	Толщина, мкм				Количество		Толщина, мкм			
	эпидермиса	колленхимы	паренхимы первичной коры	перидермы	слоев перидермы	зрелых слоев перидермы	флоэмы	камбия	ксилемы	сердцевинной паренхимы
Контроль	23,7	44,3	96,6	51,2	4,3	1,9	92,7	105,3	679,4	3663,7
Феникс, 0,1 %	20,3**	49,3	99,2	65,5*	5,3*	2,6*	88,7	99,7	776,4*	3597,4
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10643	23,5	49,5	106,8	46,7	4,5	2,0	106,0*	112,0	711,1	3915,4*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	19,8**	42,0	84,5	51,2	4,8*	1,9	106,4*	118,2*	726,7	4033,8*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	23,0	51,8	99,2	61,2*	5,3*	2,5*	120,7*	105,0	789,3*	4421,0*
Фитоп 8.67	20,8**	42,4	71,5**	64,1*	5,8*	2,8*	98,7	97,3	848,5*	4487,1*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	19,8**	38,5	61,3**	49,4	5,3*	2,2*	103,0	115,0*	767,3	4249,9*
НСР ₀₅	2,7	7,9	12,5	9,2	0,5	0,3	11,5	9,6	97,1	247,6

* Статистически достоверно выше контроля ($P < 0,05$).

** Статистически достоверно ниже контроля ($P < 0,05$).

имели в основном схожую тенденцию, но статистически не подтверждались.

Толщина перидермы достоверно увеличивалась под влиянием предпосадочной обработки штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препаратом Фитоп 8.67 – на 10,0–13,0 мкм (20–25%) относительно контроля, количество слоев перидермы возрастало на 0,5–1,5 слоя (12–35%) в вариантах с применением всех бактериальных штаммов, кроме *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643. Количество вызревших (окрашенных) слоев перидермы к концу вегетации возрастало на 0,3–0,9 слоя (13–48%) в сравнении с контролем в вариантах со штаммами *B. subtilis* ВКПМ В-10641, *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и препаратом Фитоп 8.67. При этом только в вариантах со штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препаратом Фитоп 8.67 эффект стимулирования лучшего вызревания (суберинизации) перидермы стабильно проявлялся в оба года наблюдений (рис. 1). Следует отметить, что стимулирующее действие бактериальных штаммов на рост и вызревание перидермы соответствовало уровню аналогичных эффек-

тов в эталонном варианте с применением гуминового препарата Феникс.

Толщина флоэмы увеличивалась в вариантах с обработкой обоими штаммами вида *B. amyloliquefaciens*, а также штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 – на 13,3–28,0 мкм (14–30%). Камбиальный слой сильнее разрастался в вариантах с применением *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 – соответственно на 12,8 и 9,7 мкм (12 и 9%). Данные эффекты превосходили действие на побеги гуминового препарата Феникс.

Толщина ксилемы в контроле составила 679,4 мкм. Достоверное её увеличение относительно контроля зафиксировано в вариантах с применением штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 – на 109,9 мкм (14%) и препарата Фитоп 8.67 – на 169,1 мкм (25%) со слабой тенденцией превышения уровня эффекта в эталонном варианте с применением гуминового препарата Феникс. В остальных вариантах с применением бактериальных штаммов на массиве данных за два года можно отме-

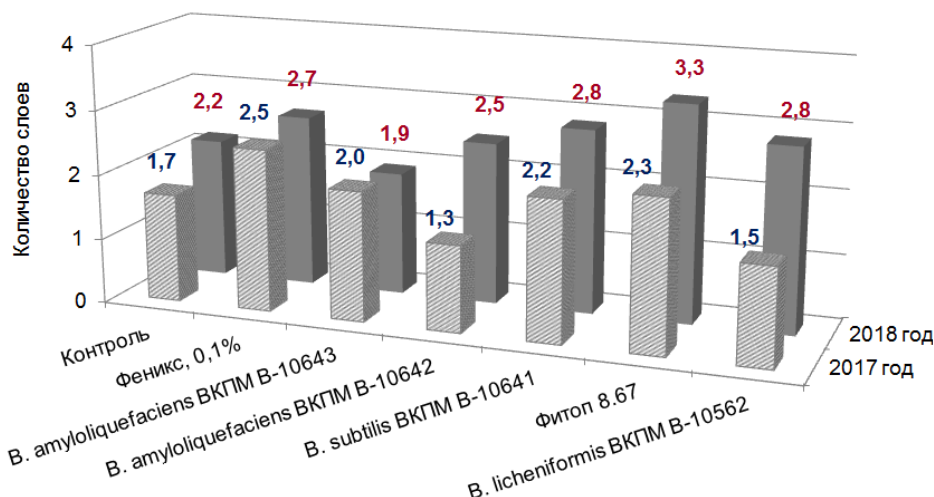


Рис. 1. Влияние предпосадочной обработки корневой системы бактериальными штаммами на общее количество зрелых слоев перидермы в однолетних стеблях ремонтантной малины в первый и второй годы жизни насаждений (2017 и 2018 гг.) (НСР₀₅ по препаратам – 0,3 слоя; НСР₀₅ по годам – 0,2)

Influence of pre-planting treatment of the root system with bacterial strains on the total number of mature layers of periderm in annual stems of remontant raspberries in the first and second years of plant life (2017 and 2018) (НСР₀₅ for preparations – 0.3 layers; НСР₀₅ for years – 0,2)

тить лишь недоказанную тенденцию стимулирования роста ксилемы.

При анализе ежегодных эффектов в росте ксилемы под влиянием предпосадочной обработки биоагентами статистически достоверно ($P < 0,05$) установлена стабильная в течение двух лет реакция стимулирования только в одном варианте – с препаратом Фитоп 8.67:

утолщение ткани на 150 мкм (24%) в 2017 г. и на 164 мкм (20%) в 2018 г. (рис. 2).

Толщина сердцевинной паренхимы в контрольном варианте составила в среднем 3663,7 мкм. Достоверное её увеличение доказано во всех вариантах с применением бактериальных штаммов – на 7–23% относительно контроля при отсутствии положительного

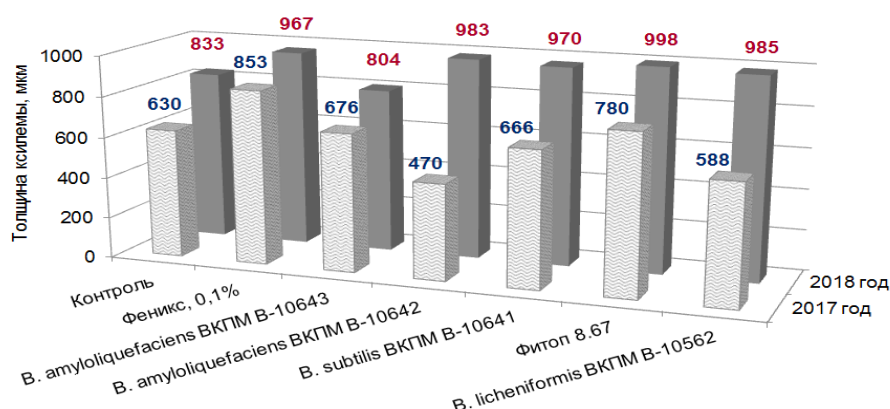


Рис. 2. Влияние предпосадочной обработки корневой системы бактериальными штаммами на толщину ксилемы в однолетних стеблях ремонтантной малины в первый и второй годы жизни насаждений (2017 и 2018 гг.) (НСР₀₅ по препаратам – 97,1 мкм; НСР₀₅ по годам – 51,9)

Influence of pre-planting treatment of the root system with bacterial strains on the thickness of xylem in annual stems of remontant raspberries in the first and second years of plant life (2017 and 2018) (НСР₀₅ for preparations – 97.1 μ m; НСР₀₅ for years – 51.9)

эффекта в варианте с гуминовым препаратом Феникс.

В связи с доказанным стимулированием роста ксилемы и других внутренних тканей стеблей уменьшение толщины покровных тканей, по-видимому, объясняется не ингибированием их роста, а механическим натяжением и сжатием на цилиндре из глубже расположенных тканей в результате мощного разрастания последних. Данное явление с аналогичным механизмом действия у малины ранее отмечалось, в частности, как прямая причина растрескивания коры вследствие стимулирования ростовых процессов побегов в условиях садовой культуры, когда экологические условия освещенности на открытом месте произрастания, обеспечения водой и минеральным питанием превышают потребности малины как изначально лесного растения [15].

Увеличение толщины ксилемы как важный ростостимулирующий эффект приводит к усилению данной проводящей ткани, которая обеспечивает восходящий ток в стеблях, их снабжение водой и минеральными веществами, поглощенными корнями из почвы, и служит основой для стимулирования роста побегов. Существенно важным результатом действия бактериальных штаммов является доказанная, в частности, в вариантах с предпосадочной обработкой штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препаратом Фитоп 8.67, закономерность стимулирования формирования общего количества слоев перидермы и количества её вызревших слоев в сочетании со стимулированием роста ксилемы. В остальных вариантах проявилась аналогичная, хотя и статистически недоказанная тенденция. Таким образом, внесением бактериальных штаммов гармонично стимулируются одновременно и ростовые процессы, и формирование защитной ткани перидермы, которая выполняет в стеблях малины роль

иммунологического барьера в отношении фитопатогенов, вредителей и абиотических стресс-факторов.

По совокупности наиболее важных ростостимулирующих эффектов, полученных в проведенных исследованиях, наиболее эффективное комплексное действие на растения ремонтантной малины оказывала предпосадочная обработка штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и смесевым препаратом Фитоп 8.67.

ВЫВОДЫ

1. В условиях модельного эксперимента в 2017–2018 гг. доказано стимулирующее действие предпосадочной обработки корневой системы саженцев штаммами сапротрофных бактерий рода *Bacillus* на ростовые процессы растений ремонтантной малины. Наиболее эффективное комплексное действие оказывала предпосадочная обработка штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и смесевым препаратом Фитоп 8.67 – количество побегов замещения увеличивалось на 45–69% относительно контроля, длина побегов замещения – на 16–20%, количество междоузлий на 1 побеге – в 1,2 раза.

2. Под влиянием этих же биоагентов в стеблях побегов замещения ремонтантной малины установлено увеличение толщины перидермы на 20–25% относительно контроля, количества слоев перидермы – на 12–35, суберинизированных (вызревших) слоев перидермы – на 30–48, толщины ксилемы – на 12–22%.

3. Во влиянии на растения малины штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитоп 8.67 доказана закономерность одновременного стимулирования ростовых процессов в побегах замещения и формирования зрелой перидермы, выполняющей роль иммунологического барьера в отношении фитопатогенов, вредителей и абиотических стресс-факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлова Е.А., Лысенко Н.Н. Биопрепараты для защиты смородины черной от американской мучнистой росы // Защита растений. – 2005. – № 5. – С. 46.

2. Стольникова Н. П., Лутов В. И. Промышленная культура земляники в Сибири: монография / НГАУ; НИИСС им. М. А. Лисавенко. – Новосибирск, 2009. – 207 с.
3. Использование биопрепаратов для управления ростом, плодоношением и фитосанитарным состоянием садовой земляники / А. А. Беляев, М. В. Штерншис, Т. В. Шпатова, В. И. Лутов, А. А. Леляк, А. И. Леляк // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 44–47.
4. 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 сел. хоз-ва РФ, Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 233 с.
5. Adaptation of primocane fruiting raspberry plants to environmental factors under the influence of *Bacillus* strains in Western Siberia / A. A. Belyaev, M. V. Sternshis, N. S. Chechenina, T. V. Spatova, A. A. Lelyak // Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – Vol. 24, N. 8. – P. 7016–7022.
6. Чеченина Н. С. Влияние штаммов бактерий рода *Bacillus* на рост, развитие, фитосанитарное состояние и плодоношение ремонтантной малины // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Краснообск, 2017. – С. 95–101.
7. Беляев А. А. Защита малины от малинной побеговой галлицы и стеблевых микозов: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2010. – 38 с.
8. Матченко Н. С., Панина Е. Н. Формирование иммунологических барьеров в побегах малины разного типа плодоношения // Современные технологии производства и переработки, обеспечение качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: материалы межвуз. науч. студ. конф. (25 апр. 2013 г.) / НОУ ВПО СибУПК. – Новосибирск, 2013. – С. 17–20.
9. Беляев А. А., Панина Е. Н., Матченко Н. С. Формирование перидермы и ксилемы в однолетних побегах малины обычного и ремонтантного типов плодоношения // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (33). – С. 7–12.
10. Перидерма как сортовой иммунологический фактор в побегах малины / А. А. Беляев, Е. Н. Панина, Н. С. Матченко, Г. И. Бакланова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 4. – С. 54–61.
11. Анатомические методы исследований культурных растений: метод. указания / ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР). – Л., 1989. – 40 с.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. – М., 2013. – 349 с.
14. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.
15. Pitcher R. S. Observations on the raspberry cane midge *Thomasiniana theobaldi* Barnes: 1. Biology // J. Hort. Sci. – 1952. – Vol. 27. – С. 71–94.

REFERENCES

1. Kozlova E. A., Lysenko N. N. *Zashhita rastenij*, 2005, No. 5, p. 46. (In Russ.)
2. Stol'nikova N. P., Lutov V. I. *Promyshlennaja kul'tura zemljaniki v Sibiri* (The industrial culture of strawberries in Siberia), Novosibirsk, 2009, 207 p.
3. Belyaev A. A., Shternshis M. V., Shpatova T. V., Lutov V. I., Leljak A. A., Leljak A. I. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2012, No. 12, pp. 44–47. (In Russ.)
4. 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.
5. Belyaev A. A., Sternshis M. V., Chechenina N. S., Spatova T. V., Lelyak A. A. Adaptation of primocane fruiting raspberry plants to environmental factors under the influence of *Bacillus* strains in Western Siberia, *Environmental Science and Pollution Research*, 2017, Vol. 24, No. 8, pp. 7016–7022.

6. Chechenina N. S. *Novejshie napravlenija razvitija agrarnoj nauki v rabotah molodyh uchenyh* (The latest trends in the development of agricultural science in the works of young scientists). Materials of the VI international scientific and practical conference, Krasnoobsk, 2017, pp. 95–101. (In Russ.)
7. Belyaev A. A. *Zashchita maliny ot malinnoy pobegovoy gallitsy i steblevykh mikofov* (Protection of raspberries from raspberry cane midge and stem mycoses) Extended abstract of Doctor's thesis, Novosibirsk, 2010, 38 p. (In Russ.)
8. Matchenko N. S., Panina E. N. *Sovremennye tehnologii proizvodstva i pererabotki, obespechenie kachestva i bezopasnosti sel'skhozjajstvennogo syr'ja i produktov pitaniya* (Modern production and processing technologies, ensuring the quality and safety of agricultural raw materials and food). Materials of interuniversity scientific. stud. conf., Novosibirsk, 2013, pp. 17–20. (In Russ.)
9. Belyaev A. A., Panina E. N., Matchenko N. S. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 4 (33), pp. 7–12. (In Russ.)
10. Beljaev A. A., Panina E. N., Matchenko N. S., Baklanova G. I. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2014, No. 4, pp. 54–61. (In Russ.)
11. *Anatomicheskie metody issledovaniy kul'turnyh rastenij* (Anatomical methods of research of cultivated plants), Leningrad, 1989, 40 p.
12. *Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur* (The program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut-bearing crops), Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999, 608 p.
13. . Dospheov B. A. *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy* (Field experiment 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 RASHN, 2009, 222 p.
15. Pitcher R. S. Observations on the raspberry cane midge *Thomasiniana theobaldi* Barnes: 1. Biology, *J. Hort. Sci.*, 1952, Vol. 27, pp. 71–94.