

ВЛИЯНИЕ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* НА ЛИСТОСТЕБЛЕВЫЕ ИНФЕКЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЛОДОНОСЯЩЕЙ ЗЕМЛЯНИКИ

А.А. Беляев, А.А. Стороженко, Т.В. Шпатова

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

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

Для цитирования: Беляев А.А., Стороженко А.А., Шпатова Т.В. Влияние штаммов бактерий рода *Bacillus* на листостеблевые инфекции при выращивании плодоносящей земляники // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 2(75). – С. 12–19. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-75-2-12-19.

Ключевые слова: земляника, бактериальные штаммы, серая гниль, белая пятнистость, защитное действие, биологическая эффективность, продуктивность.

Реферат. В 2019–2021 гг. в полевых экспериментах доказано профилактическое действие обработки надземной части растений земляники в фенофазу начала налива плодов смесью штаммов бактерий рода *Bacillus* в жидкой форме (биопрепарат Фитоп 8.67) и сухой форме (Фитоп 8.1) в концентрациях 1×10^4 КОЕ/мл и 1×10^5 КОЕ/мл на распространенность серой гнили плодов. В среднем за три года наблюдений на фоне искусственной инокуляции распространенность серой гнили снижалась в 2,2–2,3 раза (в контроле 16,5 %), с биологической эффективностью 54–56 %; на естественном фоне – в 2,0–2,1 раза (в контроле 12,5 %), биологическая эффективность 51–53 %. Против белой пятнистости листьев (рамularioза) земляники на естественном инфекционном фоне в концентрациях биопрепаратов 1×10^4 КОЕ/мл и 1×10^5 КОЕ/мл биологическая эффективность в вариантах с обработкой Фитоп 8.67 составила 23–25 % и Фитоп 8.1 – 32–34 %. Снижение потерь урожая от серой гнили стимулировало увеличение урожайности на фоне искусственной инокуляции возбудителем серой гнили в вариантах с применением биопрепаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 в концентрациях 1×10^4 КОЕ/мл и 1×10^5 КОЕ/мл до уровней 5,86–5,89 т/га, хозяйственная эффективность 11,0–11,4 %; на естественном фоне в тех же концентрациях – до уровней 5,67–5,68 т/га, хозяйственная эффективность 7,6–7,9 %. Применение концентраций 1×10^4 КОЕ/мл обоих препаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 как альтернативных методов для защиты от серой гнили плодов и белой пятнистости листьев является перспективным в технологии выращивания плодоносящей земляники.

INFLUENCE OF BACILLUS BACTERIA STRAINS ON LEAF-STEM INFECTIONS IN CULTIVATION OF FRUIT-BEARING STRAWBERRIES

A.A. Belyaev, A.A. Storozhenko, T.V. Shpatova

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

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

Keywords: strawberry, bacterial strains, gray mold, white spot, protective action, biological efficiency, productivity.

Abstract. In 2019–2021, field experiments proved the preventive effect of treating the aboveground parts of strawberry plants during the phenophase of the beginning of fruit filling with a mixture of *Bacillus* bacterial strains in liquid form (biopreparation Fitop 8.67) and dry form (Fitop 8.1) at concentrations of 1×10^4 CFU/ml and 1×10^5 CFU/ml on the prevalence of gray rot of fruits. On average, over 3 years of observations, against the background of artificial inoculation, the prevalence of gray rot decreased by 2.2–2.3 times (in the control 16.5 %), with a biological efficiency of 54–56 %; against a natural background – by 2.0–2.1 times (in the control 12.5 %), biological efficiency of 51–53 %. Against white leaf spot (ramularia) of strawberries on a natural infectious background in concentrations of biopreparations of 1×10^4 CFU/ml and 1×10^5 CFU/ml, the biological efficiency in variants with treatment with Fitop 8.67 was 23–25 % and Fitop 8.1 – 32–34 %. A decrease in yield losses from gray mold stimulated an increase in yield against the background of artificial inoculation with the pathogen of gray mold in variants using biopreparations Fitop 8.67 and Fitop 8.1 in concentrations of 1×10^4 CFU/ml and 1×10^5 CFU/ml to levels of 5.86–5.89 t/ha, economic efficiency of 11.0–11.4 %; against a natural background in the same concentrations – up to levels of 5.67–5.68 t/ha, economic efficiency of 7.6–7.9 %. The use of concentrations

of 1×10^4 CFU/ml of both preparations Fitop 8.67 and Fitop 8.1 as alternative methods for protection against gray rot of fruits and white spot of leaves is promising in the technology of growing fruit-bearing strawberries.

Наиболее распространенными инфекционными заболеваниями садовой земляники в Новосибирской области являются серая гниль плодов (возбудитель – гриб *Botrytis cinerea* Pers.) и белая пятнистость листьев (гриб *Ramularia tulasnei* Sacc.). Указанные заболевания встречаются регулярно на всех культурных насаждениях земляники, а также на дикорастущей землянике и клубнике. В годы с сырой погодой в период плодоношения прямые потери урожая от серой гнили на землянике могут достигать 50 %. Способствуют поражению плодов сырые, плохо проветриваемые участки плантаций, задержки в сборах урожая и перезревание ягод. Вредоносность белой пятнистости обусловлена поражением до 70–80 % листьев с отмиранием до половины листовой поверхности. Недобор урожая может достигать 15 %. Болезнь усиливается при ослабленном состоянии растений вследствие стрессов при недостатке питания или неравномерном увлажнении [1].

Другие инфекционные заболевания земляники (бурая пятнистость листьев, фитофторозная, питиозная, черная гнили плодов, мучнистая роса, фузариоз и вертициллез) встречаются в отдельные годы очагами и существенно уступают по масштабу проявления.

Фундаментальные защитные мероприятия (соблюдение агротехники, севооборота, выращивание районированных сортов, уничтожение сорняков) существенно снижают пораженность серой гнилью и белой пятнистостью. Однако в условиях обильного выпадения осадков в период сбора урожая задерживается уборка плодов, создаются благоприятные условия для развития болезней, в которых бывает необходимо применение оперативных защитных мер, прежде всего, против серой гнили плодов. К таким мероприятиям, рекомендованным на землянике [2], относятся опрыскивания биопрепаратами на основе штаммов *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, смесью штаммов *Bacillus subtilis* и *Trichoderma viride*, а также химическими фунгицидами на основе пенконазола, пропиконазола, хлорида полидиметилдиаллиламмония, смеси флуопирама и пириметанила и смеси ципродинила и флудиоксонила. Опрыскивания химическими фунгицидами в основном рекомендованы до цветения и после уборки урожая в связи с периодом ожидания, равным 12–21 сут, в течение которого

трудно прогнозировать выпадение осадков в период сбора урожая. Применение биопрепаратов не ограничено сроками ожидания, в связи с чем возможно их внесение в фазу окончания роста, начала налива плодов. Известны мероприятия по обработке земляники биопрепаратами на основе *B. subtilis* в фазу налива плодов для защиты от серой гнили. В частности, биологическая эффективность Фитоспорина-М, Алирина-Б и Фитоп 1.68 против серой гнили плодов земляники составляла 60–90 % [3–6], биологическая эффективность Фитоспорина-М против белой пятнистости – 80–86 % [6].

Сведения о применении на землянике смешанных бактериальных препаратов на основе бактерий *Bacillus* в литературе отсутствуют. В наших более ранних исследованиях [7] доказано наличие защитного действия у смешанного биопрепарата на основе смеси штамма *B. subtilis* и двух штаммов *B. amyloliquefaciens* против серой гнили плодов ремонтантной малины с биологической эффективностью 40–60 %.

Цель исследования – оценка эффективности фитосанитарного действия опрыскивания концентрациями смесей штаммов бактерий рода *Bacillus* на плодоносящей плантации земляники.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в 2019–2021 гг. на плодоносящих плантациях садовой земляники сельскохозяйственной артели (СХА) «Сады Сибири» Новосибирской области в подзоне дренированной лесостепи Приобья.

Объектами исследования являлись два смешанных экспериментальных бактериальных биопрепарата на основе биоагентов из коллекции культур ООО НПФ «Исследовательский центр» (научгород Кольцово): Фитоп 8.67 – равнопропорциональная смесь штаммов *Bacillus subtilis* ВКПМ В-10641, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, жидкая форма в исходной концентрации 1×10^9 КОЕ/мл; Фитоп 8.1 – равнопропорциональная смесь штаммов *B. subtilis* DSM 32424, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, сухая форма в исходной концентрации 1×10^8 КОЕ/г (усовершенствованный штамм *B. subtilis* DSM 32424 является аналогом штамма *B. subtilis* ВКПМ

В-10641); белая пятнистость (рамуляриоз) земляники (возбудитель гриб *Ramularia tulasnei* Sacc. (анаморфа) Ascomycota, Mycosphaerellales); серая гниль плодов земляники и её возбудитель (*Botrytis cinerea* Pers., Deuteromycota, Hyphomycetales).

Погодные условия в 2019 г. характеризовались близким к норме температурным фоном, ГТК по Селянинову составил 1,1, в 2020 г. – повышенной температурой в течение вегетации, ГТК = 1,4, в 2021 г. – пониженной температурой, ГТК = 1,0. В опыте соблюдалась зональная технология выращивания плодоносящей промышленной плантации садовой земляники [8].

Полевые деляночные опыты по испытанию препаративной формы (жидкой, препарат Фитоп 8.67, и сухой, препарат Фитоп 8.1) и концентраций этих препаратов против грибных заболеваний надземной системы плодоносящей земляники в 2019–2021 гг. включали ежегодно семь вариантов: три варианта со смесевым препаратом Фитоп 8.67 в разных концентрациях, три варианта со смесевым препаратом Фитоп 8.1 и один контрольный вариант.

Схема опыта:

1. Контроль (без обработок).
2. Фитоп 8.67, в рабочей концентрации 1×10^3 КОЕ/мл.
3. Фитоп 8.67, 1×10^4 КОЕ/мл.
4. Фитоп 8.67, 1×10^5 КОЕ/мл.
5. Фитоп 8.1, в рабочей концентрации 1×10^3 КОЕ/мл.
6. Фитоп 8.1, 1×10^4 КОЕ/мл.
7. Фитоп 8.1, 1×10^5 КОЕ/мл.

Опыт закладывали ежегодно по одинаковой схеме на землянике сорта Юния Смайде, 2-летнего возраста, на площади 224 м². Делянка включала по 20 плодоносящих растений земляники, расположенных в двух соседних рядах на площади 4 м². Биоагенты наносили однократно ранцевым опрыскивателем в начале налива плодов – 3-я декада июня (за 5 сут до 1-го сбора урожая). Расход рабочей жидкости из расчета 500 л/га – 50 мл/м², 0,8 л на вариант.

Схема опыта полностью дублировалась на участке растений этого же сорта, расположенном на соседних рядах, где предварительно надземную систему растений земляники и поверхность почвы под ними опрыскивали суспензией спор возбудителя серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. с плотностью (расходом) инокулюма $5,8\text{--}10,0 \times 10^7$ конидий/м² ($1,1\text{--}1,9 \times 10^7$ конидий/растение). Споры гриба *B. cinerea*, ранее выделенного из

пораженных плодов земляники, получали при выращивании на среде Чапека.

Оценку показателей фитосанитарного состояния и продуктивности растений делали по общепринятым в сортоизучении садовой земляники и защите растений методикам [9–11]. В статистической обработке данных использованы методы оценки достоверности различий между средними величинами с использованием многофакторного дисперсионного анализа [12] и пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Внесение инокулюма фитопатогенного гриба возбудителя серой гнили (ботритиоза) плодов *B. cinerea* в вариантах с искусственной инокуляцией проведено 22 июня 2019 г., 25 июня 2020 г. и 20 июня 2021 г. Возбудителя наносили путем однократного опрыскивания суспензией конидий надземной системы растений сорта Юния смайде и поверхности почвы под ними в фенофазу завершения роста плодов – начала налива плодов. Обработки надземной системы растений разными концентрациями препаратов Фитоп 8.67 (жидкая форма) и Фитоп 8.1 (сухая форма) проведены в тот же день, вслед за внесением инокулюма фитопатогена. Первые зрелые плоды земляники сформировались в разные годы 25–30 июня. Учеты поражения серой гнилью плодов проведены в два срока, через 5 и 10 сут после внесения инокулюма фитопатогена и биоагентов, перед массовыми сборами урожая. На каждой делянке суммарно оценивали от 143 до 172 плодов.

Серая гниль плодов. На естественном инфекционном фоне, в среднем за три года, уровень распространенности серой гнили на плодах земляники составил 12,5 % (от 11,1 до 15,3 % плодов) (табл. 1). Действие препаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 в концентрации 1×10^3 КОЕ/мл было существенно менее эффективно, биологическая эффективность (БЭ) составила 17,6–29,9 %, чем у средней (1×10^4 КОЕ/мл) и высокой (1×10^5 КОЕ/мл) концентраций данных препаратов (БЭ = 50,6–52,7 %). Распространенность болезни при опрыскивании средней и высокой концентрациями снижалась относительно контроля примерно в 2 раза, до уровня 5,9–6,2 %. Данные эффекты проявлялись стабильно по годам.

Таблица 1

Среднемноголетнее влияние профилактической обработки надземной части растений земляники биопрепаратами в жидкой (Фитоп 8.67) и сухой (Фитоп 8.1) формах на распространенность серой гнили плодов в 2019–2021 гг.

Average long-term impact of preventive treatment of the above-ground part of strawberry plants with biopreparations in liquid (Fitop 8.67) and dry (Fitop 8.1) forms on the prevalence of gray rot of fruits in 2019–2021.

Фон	Варианты	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средние за три года	БЭ, %
Фон искусственной инокуляции	Контроль	15,3	13,7	20,5	16,5	–
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^3 КОЕ/мл)	11,8	11,4	14,3	12,5	24,1
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^4 КОЕ/мл)	7,6	6,4	7,8	7,3	55,9
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^5 КОЕ/мл)	7,3	7,3	8,1	7,6	54,0
	Фитоп 8.1 С (1×10^3 КОЕ/мл)	10,9	10,9	12,4	11,4	31,0
	Фитоп 8.1 С (1×10^4 КОЕ/мл)	7,2	7,2	8,0	7,5	54,8
	Фитоп 8.1 С (1×10^5 КОЕ/мл)	6,9	6,9	7,8	7,2	56,2
Естественный фон	Контроль	11,2	11,1	15,3	12,5	–
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^3 КОЕ/мл)	9,4	9,3	12,3	10,3	17,6
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^4 КОЕ/мл)	6,3	6,3	5,8	6,1	51,5
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^5 КОЕ/мл)	5,6	6,2	5,9	5,9	52,7
	Фитоп 8.1 С (1×10^3 КОЕ/мл)	7,5	7,2	11,6	8,8	29,9
	Фитоп 8.1 С (1×10^4 КОЕ/мл)	5,7	6,7	6,2	6,2	50,6
	Фитоп 8.1 С (1×10^5 КОЕ/мл)	5,6	6,7	6,3	6,2	50,6
НСП ₀₅ по вариантам = 1,1 %; НСП ₀₅ по фонам = 0,6; НСП ₀₅ по годам = 0,7						

На фоне искусственной инокуляции посадок культурой возбудителя серой гнили уровень поражения контрольных растений возрастал в среднем за три года до 16,5 % от общего количества плодов (по отдельным годам – от 13,7 до 20,5 %). На данном фоне сохранились те же эффекты влияния биопрепаратов на болезнь, биопрепараты Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 в малой концентрации (1×10^3 КОЕ/мл) также оказывали лишь слабое (24,1–31,0 %) статистически достоверно более низкое по эффективности действие на заболевание в сравнении с более высокими концентрациями ($P < 0,05$). Средняя и высшая концентрации препаратов действовали примерно на одинаковом уровне эффективности, снижая уровень поражения плодов в 2,1–2,3 раза относительно контроля, до уровня 7,2–7,6 %. Биологическая эффективность средней и высшей концентраций обоих биоагентов составляла 54,0–56,2 %. Таким образом, для защиты от серой гнили плодов земляники достаточно применять среднюю концентрацию 1×10^4 КОЕ/мл препаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1.

Рамуляриоз листьев (белая пятнистость). Болезнь поражает преимущественно листья земляники (изредка цветоносы и черешки) и является самым обычным грибным заболеванием данной культуры, ежегодно присутствующим на всех посадках земляники, причем мицелий возбудителя сохраняется зимой, кроме пораженных растительных остатков, также на живых листьях растения-хозяина. Таким образом, определенный фон пораженности обнаруживается фактически на любом сорте земляники в течение всего периода вегетации. При достижении степени поражения 25–50 % данное заболевание может приводить к вредоносной потере части фотосинтезирующей листовой поверхности.

В среднем за три года исследования степень поражения контрольных растений составила 52,9 %, слабо варьируя по отдельным годам (51,0–55,2 %). В отношении рамуляриоза биопрепараты также проявляли слабую эффективность в малой концентрации (1×10^3 КОЕ/мл), биологическая эффективность составляла 6,3 и 8,1 % (табл. 2).

Таблица 2

Среднегодовое влияние профилактической обработки надземной части растений земляники биопрепаратами в жидкой (Фитоп 8.67) и сухой (Фитоп 8.1) формах на степень поражения листьев белой пятнистостью (рамуляриозом) в конце вегетации 2019–2021 гг.

Average long-term impact of preventive treatment of the above-ground part of strawberry plants with biopreparations in liquid (Fitop 8.67) and dry (Fitop 8.1) forms on the degree of leaf damage by white spot (ramularia) at the end of the growing season 2019–2021.

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средние за три года	Разность с контролем	БЭ, %
Контроль	52,4	55,2	51,0	52,9	-	-
Фитоп 8.67 Ж (1×10^3 КОЕ/мл)	46,6	49,6	49,6	48,6	4,3	8,1
Фитоп 8.67 Ж (1×10^4 КОЕ/мл)	39,0	40,8	39,0	39,6	13,3	25,1
Фитоп 8.67 Ж (1×10^5 КОЕ/мл)	41,4	42,6	38,0	40,7	12,2	23,1
Фитоп 8.1 С (1×10^3 КОЕ/мл)	49,0	52,0	47,6	49,5	3,3	6,3
Фитоп 8.1 С (1×10^4 КОЕ/мл)	36,0	36,0	36,0	36,0	16,9	31,9
Фитоп 8.1 С (1×10^5 КОЕ/мл)	33,8	37,0	34,0	34,9	17,9	33,9
НСР ₀₅ по вариантам = 1,2 %; НСР ₀₅ по годам = 0,8						

При повышении концентрации до средней и высокой снижение степени поражения белой пятнистостью у обоих препаратов происходило в 1,3 раза (Фитоп 8.67) и в 1,5 раза (Фитоп 8.1) – БЭ составила 23–34 %. При этом сухая форма Фитоп 8.1 статистически достоверно превосходила по эффективности жидкую форму препарат Фитоп 8.67 во все годы исследования ($P < 0,05$). Следует отметить слабое действие против рамуляриоза испытываемых концентраций обоих препаратов.

Урожайность земляники. Обработка надземной части растений земляники штаммами биоагентов, проведенная в фазу налива плодов, уже не могла оказать влияния на формирование основных элементов структуры урожая, в частности, на количество продуктивных растений на единице площади, количество сформированных растениями цветоносов и плодов и биомассу одного плода, продуктивность плодов одного растения, которые закладываются на предшествующих этапах развития растений (табл. 3).

Таблица 3

Структура урожая земляники на инфекционных фонах в фазу налива плодов в различные годы наблюдения (СХА «Сады Сибири», 3-я декада июня – 1 декада июля, 2019–2021 гг.)

Strawberry yield structure against infectious backgrounds in the fruit filling phase in different years of observation (SHA “Gardens of Siberia”, 3rd ten-day period of June - 1st ten-day period of July, 2019–2021)

Инфекционный фон	Год	Кол-во продуктивных растений на 1 га, растений/га	Кол-во цветоносов, цветоносов / растение	Кол-во плодов на одном растении, плодов /растение	Средняя биомасса одного плода, г/ плод	Продуктивность плодов с одного растения, г/растение
Фон искусственной инокуляции	2019	55556	4,4	15,5	6,4	100,0
	2020	55556	4,5	15,8	7,1	111,9
	2021	55556	4,2	15,9	8,2	130,9
Естественный фон	2019	55556	4,2	13,6	6,6	88,9
	2020	55556	4,3	14,5	7,4	107,0
	2021	55556	4,0	15,8	8,3	130,5
НСР ₀₅ по годам		—	0,2	0,8	0,3	6,1
НСР ₀₅ по фонам		—	0,2	0,7	0,3	5,0

Различия вариантов по урожайности под влиянием обработки биоагентами, таким образом, формировались вследствие разных уровней прямых потерь урожая от серой гнили, вызванных распространенностью болезни (табл. 4).

Анализ 3-летних данных по применению опрыскивания надземной системы растений земляники показывает, что урожайность земляники на естественном инфекционном фоне составляла в среднем 5,27 т/га (от 4,38 до 6,14 т/га по отдельным годам).

Таблица 4

Среднемноголетнее влияние профилактической обработки надземной части растений земляники биопрепаратами в жидкой (Фитоп 8.67) и сухой (Фитоп 8.1) формах на урожайность земляники в 2019–2021 гг.
Average long-term impact of preventive treatment of the above-ground part of strawberry plants with biopreparations in liquid (Fitop 8.67) and dry (Fitop 8.1) forms on strawberry yield in 2019–2021.

Фон	Варианты	Урожайность, т/га				Средние потери урожая за три года, т/га	Хозяйственная эффективность, %
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	средние за три года		
Фон искусственной инокуляции	Контроль	4,71	5,36	5,78	5,28	1,06	–
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^3 КОЕ/мл)	4,90	5,50	6,23	5,54	0,80	4,9
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^4 КОЕ/мл)	5,13	5,82	6,71	5,89	0,46	11,4
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^5 КОЕ/мл)	5,15	5,76	6,68	5,86	0,49	11,0
	Фитоп 8.1 С (1×10^3 КОЕ/мл)	4,95	5,54	6,37	5,62	0,73	6,4
	Фитоп 8.1 С (1×10^4 КОЕ/мл)	5,16	5,77	6,69	5,87	0,48	11,2
	Фитоп 8.1 С (1×10^5 КОЕ/мл)	5,17	5,78	6,71	5,89	0,46	11,4
Естественный фон	Контроль	4,38	5,28	6,14	5,27	0,78	–
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^3 КОЕ/мл)	4,47	5,38	6,36	5,40	0,64	2,6
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^4 КОЕ/мл)	4,63	5,57	6,83	5,68	0,37	7,8
	Фитоп 8.67 Ж (1×10^5 КОЕ/мл)	4,66	5,57	6,79	5,67	0,36	7,9
	Фитоп 8.1 С (1×10^3 КОЕ/мл)	4,57	5,52	6,40	5,50	0,55	4,4
	Фитоп 8.1 С (1×10^4 КОЕ/мл)	4,76	5,55	6,69	5,67	0,38	7,6
	Фитоп 8.1 С (1×10^5 КОЕ/мл)	4,66	5,55	6,79	5,67	0,38	7,6
НСР ₀₅ по вариантам		0,06				–	–
НСР ₀₅ по годам		0,04				–	–
НСР ₀₅ по фонам		0,03				–	–

Наиболее эффективным было опрыскивание посадок средней и высокой концентрациями препаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1. В среднем за три года урожайность земляники в данных вариантах возрастала на 0,40–0,41 т/га без существенных различий между препаратами и их концентрациями. Хозяйственная эффективность у средней и высокой концентраций Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 достигала 7,6–7,9 %. Рациональным является применение средних концентраций обоих препаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 для защиты от серой гнили плодов и белой пятнистости листьев земляники.

На фоне искусственной инокуляции возбудителем серой гнили плодов земляники урожайность составляла в среднем 5,28 т/га (от 4,71 до 5,78 т/га

по отдельным годам). Наиболее эффективным также было опрыскивание посадок средней и высокой концентрациями препаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1. В среднем за три года урожайность земляники возрастала на 0,58–0,61 т/га без существенных различий между данными концентрациями препаратов. Хозяйственная эффективность у средней и высокой концентраций достигала 11,0–11,4 %.

Полученный в опыте результат показывает наличие защитного действия обработки надземной системы земляники в период налива плодов препаратами Фитоп 8.67 (жидкая форма) и Фитоп 8.1 (сухая форма) в концентрации 1×10^4 КОЕ/мл против серой гнили, приводящего к снижению потерь урожая от этой болезни, в том числе и на

фоне искусственной инокуляции. Впоследствии до конца вегетации данная обработка оказывает также слабое защитное действие против белой пятнистости листьев. Изменение концентрации рабочей суспензии обеих форм препаратов выше (или ниже) 1×10^4 КОЕ/мл является нецелесообразным. Применение биопрепаратов в фазу налива плодов земляники для профилактики серой гнили плодов имеет существенное технологическое значение, так как обработки химическими фунгицидами в эту фазу запрещены в связи с нарушением регламентов по периодам (срокам) ожидания.

ВЫВОДЫ

1. В полевых экспериментах в 2019–2021 гг. доказано профилактическое действие обработки надземной части растений земляники в фазу начала налива плодов смесью штаммов бактерий рода *Bacillus* в жидкой форме (биопрепарат Фитоп 8.67) и сухой форме (Фитоп 8.1) в концентрациях 1×10^4 КОЕ/мл и 1×10^5 КОЕ/мл на распространенность серой гнили плодов. В среднем за три года наблюдений на фоне искусственной инокуляции распространенность

серой гнили снижалась в 2,2–2,3 раза (в контроле 16,5 %), с биологической эффективностью 54–56 %; на естественном фоне – в 2,0–2,1 раза (в контроле 12,5 %), БЭ = 51–53 %.

2. Биологическая эффективность против белой пятнистости листьев (рамуляриоза) земляники на естественном инфекционном фоне в концентрациях биопрепаратов 1×10^4 КОЕ/мл и 1×10^5 КОЕ/мл в вариантах с обработкой Фитоп 8.67 составила 23–25 % и Фитоп 8.1 – 32–34 %.

3. Снижение потерь урожая от серой гнили стимулировало увеличение урожайности на фоне искусственной инокуляции возбудителем серой гнили в вариантах с применением биопрепаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 в концентрациях 1×10^4 КОЕ/мл и 1×10^5 КОЕ/мл до уровней 5,86–5,89 т/га, хозяйственная эффективность 11,0–11,4 %; на естественном фоне в тех же концентрациях – до уровней 5,67–5,68 т/га, хозяйственная эффективность – 7,6–7,9 %.

4. Применение концентраций 1×10^4 КОЕ/мл обоих препаратов Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 как альтернативных методов для защиты от серой гнили плодов и белой пятнистости листьев является перспективным в технологии выращивания плодоносящей земляники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Болезни и вредители садовых культур Новосибирской области: научно-практическое руководство по диагностике, профилактике и защитным мероприятиям* / А.А. Беляев, А.М. Белых, В.П. Цветкова [и др.] / СибНИИРС, НЗСС, НГАУ. – Новосибирск, 2013. – 128 с.
2. *Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации*. Ч. I. Пестициды. Министерство сельского хозяйства РФ. – М., 2023. – 945 с.
3. Холод Н.А., Пузанова Л.А., Метлицкая К.В. Современное фитосанитарное состояние насаждений земляники // *Плодоводство и ягодоводство России*. – 2012. – Т. 29, № 2. – С. 236–242.
4. Влияние бактерий *Bacillus* spp. на возбудителя серой гнили земляники и устойчивость растения к болезни / М.В. Штерншис, А.А. Беляев, Т.В. Шпатова, А.А. Леляк // *Сибирский экологический журнал*. – 2015. – № 3. – С. 478–485.
5. Холод Н.А., Маслиенко Л.В. Биологизированный контроль серой гнили земляники садовой в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий // *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. – 2018. – Т. 14. – С. 179–183.
6. Зейналов А.С. Роль биологических и экологически безопасных средств в оптимизации фитосанитарной обстановки в насаждениях земляники садовой // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2021. – № 6. – С. 46–49.
7. Профилактика микозов надземных органов ремонтантной малины с помощью бактериальных биоагентов / А.А. Беляев, В.И. Лутов, Н.С. Чеченина [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2020. – № 3. – С. 7–17.
8. Стольникова Н.П., Лутов В.И. Промышленная культура земляники в Сибири: монография / НГАУ; НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 2009. – 207 с.
9. Методика выявления и учета болезней плодовых и ягодных культур. – М.: Колос, 1971. – 23 с.
10. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – 606 с.
12. 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.

13. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

REFERENCES

1. Beljaev A.A., Belyh A.M., Cvetkova V.P., Kuz'mina A.A., Ovchinnikova L.A., Shpatova T.V., *Bolezni i vrediteli sadovykh kul'tur Novosibirskoj oblasti* (Diseases and pests of garden crops in the Novosibirsk region), Novosibirsk, 2013, 128 p.
2. *Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimikatov, 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.)
3. Holod N.A., Puzanova L.A., Metlickaja K.V., *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*, 2012, Vol. 29, No. 2, pp. 236–242. (In Russ.)
4. Shternshis M.V., Beljaev A.A., Shpatova T.V., Leljak A.A., *Sibirskij jeologicheskij zhurnal*, 2015, No. 3, pp. 478–485. (In Russ.)
5. Holod N.A., Maslienko L.V., *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodelija*, 2018, Vol. 14, pp. 179–183. (In Russ.)
6. Zejnalov A.S., *Rossijskaja sel'skohozjajstvennaja nauka*, 2021, No. 6, pp. 46–49. (In Russ.)
7. Beljaev A.A., Lutov V.I., Chechenina N.C., Kolokolov R.R., Leljak A.A., Leljak A.I., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2020, No. 3, pp. 7–17. (In Russ.)
8. Stol'nikova N.P., Lutov V.I., *Promyshlennaya kul'tura zemlyaniki v Sibiri* (Industrial culture of strawberries in Siberia), NGAU; NIIS im. M.A. Lisavenko, Novosibirsk, 2009, 207 p. (In Russ.)
9. *Metodika vyjavlenija i ucheta boleznej plodovykh i jagodnykh kul'tur* (Methodology for detecting and recording diseases of fruit and berry crops), Moscow: Kolos, 1971, 23 p. (In Russ.)
10. Chumakov A.E., Zaharova T.I., *Vredonosnost' boleznej sel'skohozjajstvennykh kul'tur* (Harmfulness of crop diseases), Moscow: Agropromizdat, 1990, 127 p. (In Russ.)
11. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, jagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* (Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops), Orel, 1999, 606 p. (In Russ.)
12. Dospikhov 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. (In Russ.)
13. Sorokin O.D., *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKhN, 2009, 222 p. (In Russ.)

Информация об авторах:

А.А. Беляев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

А.А. Стороженко, аспирант

Т.В. Шпатова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Contribution of the authors:

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

A.A. Storozhenko, Postgraduate Student

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

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.