

ВЛИЯНИЕ СУХОЙ ФОРМЫ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* НА САДОВУЮ ЗЕМЛЯНИКУ В МАТОЧНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

А.А. Стороженко, аспирант

В.И. Лутов, кандидат сельскохозяйственных наук

А.А. Беляев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

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

Ключевые слова: земляника, бактериальные штаммы, стимулирующее действие, иммунизирующее действие, белая пятнистость, биологическая эффективность, вегетативное размножение.

Реферат. В 2019–2022 гг. в полевых экспериментах доказано стимулирование приживаемости и роста маточных растений земляники под влиянием предпосадочной обработки препаратами Фитоп 8.1 (сухая форма) и Фитоп 8.67 (жидкая форма) в рабочих концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл: повышение приживаемости саженцев на 12,3 и 19,5%, увеличение количества листьев на 29 и 21%, длины корней в обоих вариантах на 12,9% и общей биомассы растений до уровня 92,9 и 94,5 г/растение. Биологическая эффективность против белой пятнистости земляники в вариантах с обработкой Фитопом 8.1 и Фитопом 8.67 составила 33,1 и 29,3%, что объясняется иммунизирующим влиянием обработок на растения. Наилучшие эффекты стимулирования вегетативного размножения также отмечены в вариантах, где применялись для предпосадочной обработки биопрепараты Фитоп 8.67 в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл и Фитоп 8.1 в концентрациях 1×10^5 и 1×10^6 КОЕ/мл – увеличение количества розеток в среднем за 3 года составило 3,0–3,9 розетки на растение, или на 20,6–27,3% относительно контроля, где формировалось по 14,4 розетки на растение, в среднем за 3 года наблюдений. Полученные в вариантах с применением биопрепаратов эффекты были на статистически одинаковом уровне достоверности с эталонным вариантом – гуминовым препаратом Феникс, 0,05%. В результате выход саженцев с площади 100 м² маточника увеличился в вариантах с препаратами Фитоп 8.67 и Фитоп 8.1 на 32,6 и 55,9% при 4229,5 саженца на 100 м² в контрольном варианте, при этом доказана более высокая эффективность применения препарата Фитоп 8.1 для получения саженцев, превосходящая Фитоп 8.67 и эталонный вариант Феникс, 0,05%.

INFLUENCE OF DRY FORM OF BACTERIA STRAINS OF THE GENUS *BACILLUS* ON GARDEN STRAWBERRY IN MATERNAL PLANTS

A.A. Storozhenko, PhD student

V.I. Lutov, PhD in Agricultural Sciences

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

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

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

Keywords: strawberries, bacterial strains, stimulating effect, immunising effect, white spot, biological efficiency, vegetative reproduction.

Abstract. In 2019–2022 in field experiments, stimulation of the survival rate and growth of mother plants of strawberries under the influence of pre-planting treatment with Fitop 8.1 (dry form) and Fitop 8.67 (liquid form) in working concentrations of 1×10^5 CFU/ml was proved: an increase in the survival rate of seedlings by 12.3% and 19.5%; an increase in the number of leaves by 29% and 21%; an increase in the length of the roots in both variants by 12.9%; an increase in total plant biomass to levels of 92.9 g/plant and 94.5 g/plant. The biological effectiveness against strawberry white spot in the variants with Fitop 8.1 and Fitop 8.67 treatment was 33.1% and 29.3%, which is explained by the immunising effect of treatments on plants. The best effects of stimulating vegetative propagation were also noted in variants where the biological preparations Fitop 8.67 (liquid form) at a concentration of 1×10^5 CFU/ml and Fitop 8.1 (dry form) at concentrations of 1×10^5 CFU/ml and 1×10^6 CFU/ml were used for pre-planting treatment – the increase in the number of rosettes, on average, over three years, amounted to 3.0–3.9 rosettes/plant (20.6–27.3%) relative to the control, where 14.4 rosettes/plant were formed, in average over three years of observation. The effects obtained in the biological product variants were at a

statistically identical confidence level with the reference variant with the Phoenix humic preparation, 0.05%. As a result, the yield of seedlings from an area of 100 m² of the mother plantations increased significantly in the variants with Fitop 8.67 and Fitop 8.1 by 32.6% and 55.9% at 4229.5 seedlings/100 m² in the control variant. In contrast, the effectiveness of Fitop 8.1 for seedlings, superior to Fitop 8.67 (liquid form) and the reference version with Phoenix, 0.05%, has been proven.

Совершенствование микробиологического метода защиты растений является необходимым процессом, позволяющим повысить эффективность биопрепаратов и их конкурентоспособность в сравнении с химическими пестицидами. Важными направлениями в инновациях являются поиск новых биоагентов, испытание их эффективности, а также создание форм биопрепаратов, технологичных в применении и удобных для хранения [1, 2].

Известен экспериментальный смесевой бактериальный биопрепарат Фитоп 8.67, показавший свою эффективность в защите яровой пшеницы и овощных культур от корневых гнилей, земляники и малины от серой гнили плодов, листовых пятнистостей, имеющий ростостимулирующее влияние на указанные растения [3–8]. Препарат Фитоп 8.67 включает в себя три штамма бактерий рода *Bacillus* (один штамм *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и два штамма *B. amyloliquefaciens* В-10642 и В-10643), имеет жидкую консистенцию, включающую споровую бактериальную массу в культуральной жидкости.

В настоящее время производителем препарата Фитоп 8.67 сделан аналогичный препарат Фитоп 8.1 в консистенции сухого порошка, включающий те же два штамма *B. amyloliquefaciens* и усовершенствованный штамм *B. subtilis* DSM 32424, аналогичный *B. subtilis* ВКПМ В-10641. Порошкообразная масса препарата Фитоп 8.1 состоит из сухой споровой массы бактерий, сахарной пудры, крахмала. Благодаря сухой форме препарат Фитоп 8.1 можно хранить в температурном интервале -30°C ... +30°C, в то время как Фитоп 8.67 в интервале 0°C ... 10°C, т. е. необходимо использование холодильника. В связи с новой формой препарата Фитоп 8.1 необходимо определение эффективности его концентраций на различных сельскохозяйственных культурах в защите от заболеваний, стрессовых условий, а также подтверждение его стимулирующего действия на растения.

Для культурной земляники актуальной проблемой является разработка биологических методов защиты от стрессов, инфекционных болезней, позволяющих снизить негативные последствия от применения химических пестицидов. Ценным свойством биопрепаратов на основе сапротрофных бактерий рода *Bacillus* является их стимулирующее влияние на рост культурных растений и на активность почвенной микрофлоры, повышающее численность бактерий – продуцентов азота и фосфора и снижающее содержание в почве фитопатогенных бактерий и грибов.

Цель исследования – оценка эффективности адаптивного, фитосанитарного, стимулирующего рост и вегетативное размножение растений действия концентраций сухой формы препарата Фитоп 8.1, являющейся аналогом жидкой формы биопрепарата Фитоп 8.67, на маточной землянике.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проведено в 2019–2022 гг. в производственном маточнике земляники сельскохозяйственной артели «Сады Сибири» Новосибирской области в подзоне дренированной лесостепи Приобья.

Объектами исследования являлись два смесевых экспериментальных бактериальных биопрепарата на основе биоагентов из коллекции культур ООО НПФ «Исследовательский центр» (научноград 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; препарат гуминовый Феникс в концентрации 0,05% (производитель – ООО «НПП ТЕЛЛУРА-БИС»

г. Бийск), применяемый в СХА «Сады Сибири» для стимулирования приживаемости и роста саженцев земляники; растения садовой земляники сорта Юния Смайде; белая пятнистость (рамуляриоз) земляники (возбудитель гриб *Ramularia tulasnei tulasnei* Sacc. (анаморфа), Ascomycota, Mycosphaerellales). Усовершенствованный штамм *B. subtilis* DSM 32424 является аналогом штамма *Bacillus subtilis* ВКПМ В-10641.

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 2022 г. – резко сниженным количеством осадков по сравнению с нормой и пониженным температурным фоном во второй половине вегетации, ГТК 0,6. В опыте соблюдалась зональная технология выращивания маточника земляники [9].

Полевые деляночные опыты по испытанию жидкой и сухой препаративных форм препарата Фитоп при закладке маточника земляники в 2019–2021 гг. включали ежегодно четыре варианта со штаммами биоагентов, а также один эталонный вариант с обработкой корневой системы саженцев препаратом Феникс, 0,05% и один контрольный вариант:

1. Контроль (без внесения препаратов).
2. Феникс, 0,05%.
3. Фитоп 8.67 – жидкая форма в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл.
4. Фитоп 8.1 – сухая форма в концентрации 1×10^4 КОЕ/мл.
5. Фитоп 8.1 – сухая форма в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл.
6. Фитоп 8.1 – сухая форма в концентрации 1×10^6 КОЕ/мл.

Предшественник – трехлетний черный пар. Саженцы – растения в возрасте один год (прошлогодние укоренившиеся розетки) были выкопаны в этом же маточнике непосредственно перед посадкой. Расстояние в ряду при посадке саженцев составило 20 см, ширина междурядья 90 см. Повторность четырехкратная. Количество обрабатываемых растений – 80 шт. на один вариант. Площадь делянки – 3,5 м². Способ нанесения биоагентов – замачивание корневой системы саженцев земляники в рабочей жид-

кости, содержащей биоагент, с экспозицией 2 ч перед посадкой.

Фитоп 8.67 – жидкая форма в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл (исходная концентрация 1×10^9 КОЕ/мл). Расход рабочей жидкости на 1 вариант – 6 л. Расход штамма биоагента – 0,6 мл на вариант.

Фитоп 8.1 – сухая форма в концентрациях 1×10^4 ; 1×10^5 и 1×10^6 КОЕ/мл. Расход рабочей жидкости на 1 вариант – 6 л. Расход штамма биоагента – 0,6 (исходная концентрация 1×10^8 КОЕ/г), 6,0 и 60,0 г на вариант.

Оценку показателей адаптации, роста, вегетативного размножения и фитосанитарного состояния проводили по общепринятым в сортоизучении садовой земляники и защите растений методикам [10–13]. В статистической обработке данных использованы методы оценки достоверности различий между средними величинами с использованием дисперсионного анализа [14] и пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полевые опыты в производственном маточнике земляники по испытанию действия концентраций Фитопа 8.1 (сухая форма препарата) были заложены в трех сериях: в 2019 г. – 29 мая, 2020 г. – 24 мая и в 2021 г. – 5 июня по одинаковой схеме. Итоговый учет показателей роста, адаптации, фитосанитарного состояния в первый год жизни посадок выполнен 6 октября 2019 г., 3 октября 2020 г. и 6 октября 2021 г.

Приживаемость высаженных растений на плантации в среднем за 3 года наблюдений составила 64,1%, варьируя от 85,0 в 2019 г. и 78,6 в 2020 г. до 28,9% в 2021 г. (табл. 1). Очень низкая приживаемость в 2021 г. вызвана поздними сроками посадки маточника в хозяйстве и последующими условиями сильной засухи. Наиболее выраженные эффекты повышения приживаемости были достигнуты в трехлетних наблюдениях в вариантах с предпосадочной обработкой биопрепаратами Фитоп 8.67 (жидкая форма) в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл и Фитоп 8.1 (сухая форма) в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл – увеличение приживаемости на 7,9 и 12,5% в абсолютном значении, относительно

контроля (и на 12,3% и 19,5% относительно контрольного уровня). Эти варианты были также наиболее стабильны по отдельным годам, статистически достоверно стимулируя приживаемость в пределах 2–3 лет наблюдений.

Остальные концентрации препарата Фитоп 8.1 не отличались стабильным действием и в трехлетнем интервале наблюдений не оказали статистически доказанного эффекта стимулирования приживаемости саженцев.

Таблица 1

Влияние препарата Фитоп 8.1 (сухая форма) на приживаемость и количество листьев у маточных растений в первый год жизни

Effect of the drug Fitop 8.1 (dry form) on the survival rate and number of leaves in mother plants in the first year of life

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средние за 3 года
<i>Приживаемость, %</i>				
Контроль	85,0	78,6	28,9	64,1
Феникс, 0,05%	90,0	78,6	40,0*	69,5
Фитоп 8.67 (жидкая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	95,0*	92,9*	28,3	72,1*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^4 КОЕ/мл	90,0	81,0	20,0	63,7
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	97,5*	85,7*	46,7*	76,6*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^6 КОЕ/мл	92,5*	80,4	22,2	65,0
НСР ₀₅ по вариантам	6,9			
НСР ₀₅ по годам	4,9			
<i>Количество листьев у маточных растений</i>				
Контроль	9,6	8,4	5,5	7,8
Феникс, 0,05%	10,7*	10,8*	5,9	9,1*
Фитоп 8.67 (жидкая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	12,5*	10,7*	7,2*	10,1*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^4 КОЕ/мл	10,6*	9,4*	3,0	7,7
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	12,4*	10,9*	6,3	9,9*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^6 КОЕ/мл	11,5*	11,3*	5,7	9,5*
НСР ₀₅ по вариантам	1,0			
НСР ₀₅ по годам	0,7			

Примечание. Здесь и далее: * $P < 0,05$.

Note. Here and further: * $P < 0.05$.

Количество листьев, формируемое растениями в течение первого года жизни, в контроле составило в среднем за три года 7,8 листа на растение. При этом в 2021 г. количество листьев было минимальным (5,5) из-за поздней посадки маточника и сильной последующей засухи. Статистически достоверные ($P < 0,05$) эффекты стимулирования количества листьев за три года наблюдений доказаны во всех опытных вариантах, кроме Фитоп 8.1 (сухая форма) в концентрации 1×10^4 КОЕ/мл. Увеличение количества листьев составило 1,6–2,3 листа на растение, до уровня 9,5–10,1 листа на растение (на 21–29% относительно контроля). Данные эффекты были примерно на одинаковом уровне

с эталонным вариантом с предпосадочной обработкой гуминовым препаратом Феникс, 0,05%.

Длина корней маточных растений у контрольных растений в среднем за три года составила 16,5 см, слабо варьируя по отдельным годам наблюдения в интервале 15,5–17,7 см (табл. 2). Наибольшее стимулирующее влияние предпосадочная обработка саженцев оказала на данный признак в 2019 г., когда статистически достоверные эффекты были доказаны во всех опытных вариантах. Однако в 2020 и 2021 гг. стимулирующее влияние проявлялось меньше. В результате на трехлетнем интервале доказано стимулирующее влияние обработки биопрепаратами Фитоп 8.67 (жидкая форма) и

Фитоп 8.1 (сухая форма) в концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл – увеличение длины корней на 2,1–2,3 см в абсолютном выражении к контрольным растениям, и 12,9% относительно контроля, до

уровня 18,6–18,7 см. Полученный в вариантах с биопрепаратами эффект был на одинаковом уровне с гуминовым эталоном Феникс, 0,05%.

Таблица 2

Влияние препарата Фитоп 8.1 (сухая форма) на длину корней и на общую биомассу маточных растений в первый год жизни

Effect of the drug Fitop 8.1 (dry form) on the length of roots and on the total biomass of mother plants in the first year of life

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средние за 3 года
<i>Длина корней маточных растений, см</i>				
Контроль	17,7	15,5	16,2	16,5
Феникс, 0,05%	22,7*	18,0*	15,9	18,8*
Фитоп 8.67 (жидкая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	23,7*	16,0	16,1	18,6*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^4 КОЕ/мл	20,3*	13,0	15,5	16,3
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	22,0*	17,9*	16,4	18,7*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^6 КОЕ/мл	23,0*	14,5	16,2	17,9
НСР ₀₅ по вариантам	1,8			
НСР ₀₅ по годам	1,2			
<i>Общая биомасса, г/растение</i>				
Контроль	102,3	58,0	50,8	70,4
Феникс, 0,05%	131,3*	78,5*	49,0	86,3*
Фитоп 8.67 (жидкая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	130,3*	94,7*	58,6	94,5*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^4 КОЕ/мл	119,0*	79,3*	40,6	79,6*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	127,7*	93,0*	58,0	92,9*
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^6 КОЕ/мл	130,0*	91,5*	55,1	92,2*
НСР ₀₅ по вариантам	9,2			
НСР ₀₅ по годам	6,5			

Биомасса маточного растения. В среднем за 3 года наблюдений биомасса маточного растения составляла 70,4 г, в 2019 г. – 102,3, в более засушливые 2020 и 2021 гг. – по 58,0 и 50,8 г. Статистически достоверное стимулирование роста биомассы доказано в течение двух лет (2019 и 2020 гг.) во всех опытных вариантах. В 2021 г. достоверного влияния не выявлено, проявлялись лишь более слабые тенденции. В среднем за три года также статистически достоверно доказано стимулирование накопления биомассы во всех опытных вариантах в

абсолютном выражении на 9,3–24,2 г/растение (на 13–34% относительно контроля), до уровня 79,6–94,5 г/растение. Полученные эффекты были на одинаковом уровне с гуминовым препаратом Феникс, 0,05%.

Степень поражения листьев белой пятнистостью. Заболевание листьев белой пятнистостью (рамуляриозом) развивалось в течение трех лет наблюдений на среднем уровне в контроле, имея степень поражения в среднем 26,4%, варьирующую в пределах 24,5–28,8% по годам (табл. 3).

Таблица 3

Влияние препарата Фитоп 8.1 (сухая форма) на степень поражения белой пятнистостью листьев маточных растений в первый год жизни, (степень поражения, биологическая эффективность, %)
Effect of the drug Fitop 8.1 (dry form) on the degree of white spot damage to the leaves of mother plants in the first year of life, (degree of damage, biological effectiveness, %)

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средние за 3 года	БЭ, %
Контроль	24,5	28,8	25,8	26,4	-
Феникс, 0,05%	16,0*	23,9*	19,8*	19,9*	24,6
Фитоп 8.67 (жидкая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	13,0*	23,8*	19,2*	18,6*	29,3
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^4 КОЕ/мл	22,0	28,1	24,0	24,7	6,3
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	14,5*	19,9*	18,5*	17,6*	33,1
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^6 КОЕ/мл	16,3*	20,3*	19,4*	18,6*	29,3
НСР ₀₅ по вариантам	3,1				-
НСР ₀₅ по годам	2,2				-

Статистически достоверное защитное действие доказано в вариантах с предпосадочной обработкой биопрепаратами Фитоп 8.67 (жидкая форма) в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл и Фитоп 8.1 в концентрациях 1×10^5 и 1×10^6 КОЕ/мл – снижение степени поражения на 5,0–8,8%. Биологическая эффективность составила в наиболее эффективных вариантах с обработкой Фитопом 8.1 в концентрациях 1×10^5 и 1×10^6 КОЕ/мл 33,1 и 29,3% и в варианте с Фитопом 8.67 Б – 29,3%. Следует отметить, что возбудитель белой пятнистости (фитопатогенный гриб) распространяется от растения к растению воздушно-капельным путем. Обработка корней саженцев биопрепаратами не влияет на распространение фитопатогена, однако применение биопрепаратов Фитоп оказывает иммунизирующее действие на растения земляники, повышая их неспецифическую устойчивость к грибной инфекции.

После перезимовки плантации, на второй год жизни, в третьей декаде мая 2020–2022 гг. дана оценка влияния изучаемых концентраций на выживаемость растений в зимний период. Следует констатировать, что в трех сериях опыта не выявлено влияния биологических препаратов на выживаемость маточных растений в течение зимовки. В контрольных вариантах в 2020–2022 гг. выживало 77,5–95,0% от числа маточных растений, сформировавшихся к концу вегетации первого года жизни плантации. В

течение трех лет наблюдений отмечены разнонаправленные влияния в опытных вариантах применения разных концентраций препаратов – в пределах 5% отклонения от контрольного варианта.

Оценка влияния препаратов на вегетативное размножение земляники во второй год жизни маточной плантации проведена 26 августа 2020 г., 13 августа 2021 г. и 24 августа 2022 г. Основным показателем вегетативного размножения земляники являлось количество дочерних розеток, формируемое маточным растением. На второй год жизни маточника контрольные растения формировали по 16,3 розетки в 2020 г., в 2021 г. (после суровой зимовки) – по 9,0, в 2022 г. – по 17,9 (табл. 4).

Наилучшие эффекты стимулирования вегетативного размножения отмечены в вариантах, где применялись для предпосадочной обработки биопрепараты Фитоп 8.67 (жидкая форма) в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл и Фитоп 8.1 (сухая форма) в концентрациях 1×10^5 и 1×10^6 КОЕ/мл – увеличение количества розеток в среднем за три года составило 3,0–3,9 розетки на растение (на 20,6–27,3%) относительно контроля, где формировалось по 14,4 розетки, в среднем за три года наблюдений. Полученные в вариантах с применением биопрепаратов эффекты были на статистически одинаковом уровне достоверности с эталонным вариантом – гуминовым препаратом Феникс, 0,05%.

Таблица 4

Влияние препарата Фитоп 8.1 (сухая форма) на количество дочерних розеток, формируемых маточными растениями на второй год жизни
Effect of the drug Fitop 8.1 (dry form) on the number of daughter rosettes formed by mother plants in the second year of life

Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Средние за 3 года	Увеличение, % к контролю
<i>Количество розеток, формируемых 1 маточным растением</i>					
Контроль	16,3	9,0	17,9	14,4	-
Феникс, 0,05%	18,3	9,5	20,7*	16,1	12,0
Фитоп 8.67 (жидкая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	21,4*	11,3*	19,4	17,4*	20,6
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^4 КОЕ/мл	16,9	9,6	15,0	13,8	-3,9
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	18,9*	13,0	23,2*	18,3*	27,3
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^6 КОЕ/мл	18,0	14,5*	19,9	17,5*	21,2
НСР ₀₅ по вариантам	2,3				-
НСР ₀₅ по годам	1,6				-
<i>Выход саженцев с площади 100 м²</i>					
Контроль	7186,7	2985,7	2516,2	4229,5	-
Феникс, 0,05%	8096,0*	2838,4	4542,2*	5158,9*	22,0
Фитоп 8.67 (жидкая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	10000,8*	4007,4*	2820,8	5609,7*	32,6
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^4 КОЕ/мл	8002,5*	2668,5	1545,4	4072,1	-3,7
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^5 КОЕ/мл	9324,3*	4790,2*	5664,8*	6593,1*	55,9
Фитоп 8.1 (сухая форма) 1×10^6 КОЕ/мл	8426,0*	3945,6*	2390,5	4920,7*	16,3
НСР ₀₅ по вариантам	513,3				-
НСР ₀₅ по годам	363,0				-

Пересчет эффектов повышения приживаемости и вегетативного размножения на выход саженцев с площади 100 м² показывает, что в контрольном варианте в среднем за три года наблюдений выход составлял 4229,5 шт. В варианте с препаратом Фитоп 8.67 в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл количество саженцев возросло до уровня 5609,7 шт. (увеличение на 32,6% относительно контроля) в варианте с Фитопом 8.1 в концентрации 1×10^5 КОЕ/мл – до 6593,1 (увеличение на 55,9%), в варианте с Фитопом 8.1 (сухая форма) эффективность статистически достоверно ($P < 0,05$) превосходила эталонный вариант с препаратом Феникс, 0,05% и с Фитоп 8.67 (жидкая форма).

Дополнительная прибыль от применения препарата Фитоп 8.67 в среднем ежегодно составляла 13802,0 руб/100 м², а препарата Фитоп 8.1 – 22636 руб/100 м². Уровень рентабельности обработки достигал 475,1 и 884,8%, уровень

рентабельности производства – 309,7 и 381,6% при 288,1% в варианте с препаратом Феникс и 0,05 и 274,6% в контроле.

Таким образом, полученные в полевых экспериментах результаты показывают примерно одинаковую эффективность предпосадочной обработки корневой системы саженцев земляники биопрепаратами Фитоп 8.67 (жидкая форма) и Фитоп 8.1 (сухая форма) в концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл во влиянии на приживаемость, количество листьев, длину корней, общую биомассу маточных растений и их поражаемость белой пятнистостью в конце вегетации первого года жизни плантации. Во второй год жизни насаждений доказана наибольшая эффективность действия биопрепаратов Фитоп 8.1 (сухая форма) и Фитоп 8.67 (жидкая форма) в концентрациях 1×10^5 КОЕ/мл на вегетативное размножение растений земляники и достоверное увеличение выхода саженцев с площади

маточника 100 м² при использовании препарата Фитоп 8.1 в сравнении с Фитопом 8.67. Применение концентрации 1×10⁶ КОЕ/мл Фитопа 8.1 (сухая форма) является нерациональным в связи с 10-кратным увеличением расхода биопрепарата.

ВЫВОДЫ

1. В полевых экспериментах 2019–2022 гг. доказано наиболее эффективное стимулирование приживаемости и роста маточных растений земляники под влиянием препаратов Фитоп 8.1 и Фитоп 8.67 в концентрациях 1×10⁵ КОЕ/мл: повышение приживаемости саженцев на 12,3 и 19,5%, увеличение количества листьев на 29 и 21%, длины корней в обоих вариантах на 12,9%, общей биомассы растений до уровня 92,9 и 94,5 г на растение при 70,4 г в контроле.

2. Биологическая эффективность против рамуляриоза земляники в вариантах с обра-

боткой Фитопом 8.1 и Фитопом 8.67 в концентрации 1×10⁵ КОЕ/мл составила 33,1 и 29,3%, что объясняется иммунизирующим влиянием обработок на растения.

3. Стимулирование вегетативного размножения доказано в вариантах с применением Фитопа 8.67 в концентрации 1×10⁵ КОЕ/мл и Фитопа 8.1 в концентрациях 1×10⁵ КОЕ/мл и 1×10⁶ КОЕ/мл, что выражается в повышении количества розеток на 20,6; 27,3 и 21,2% соответственно. В результате увеличился выход саженцев с площади 100 м² маточника в вариантах с Фитопом 8.67 (жидкая форма) и Фитопом 8.1 (сухая форма) в концентрации 1×10⁵ КОЕ/мл на 32,6 и 55,9% при 4229,5 саженца на 100 м² в контрольном варианте, при этом доказана эффективность применения Фитопа 8.1 для получения саженцев, превосходящая Фитоп 8.67 (жидкая форма) и эталонный вариант с препаратом Феникс 0,05%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Биопрепараты* в защите растений: учеб. пособие / М.В. Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск, 2003. – 140 с.
2. *Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В.* Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2020. – Т. 55, № 3. – С. 421–438.
3. *Коробов В.А., Леяк А.И., Леяк А.А.* Эффективность препаратов на основе бактерий р. *Bacillus* в борьбе с корневыми гнилями яровой пшеницы // *Защита и карантин растений*. – 2014. – № 11. – С. 31–32.
4. *Цветкова В.П., Масленникова В.С.* Испытание биологического препарата Фитоп 8.67 на овощных корнеплодах // *Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы междунар. науч.-практ. конференции*. – Курск, 2018. – С. 206–210.
5. *Цветкова В.П., Масленникова В.С., Нестеренко В.А.* Эффективность биопрепарата Фитоп 8.67 на моркови // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2020. – № 2 (55). – С. 69–75.
6. *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. Леяк, А.И. Леяк // *Достижения науки и техники АПК*. – 2012. – № 12. – С. 44–47.
7. *Профилактика микозов надземных органов ремонтантной малины с помощью бактериальных биоагентов* / А.А. Беляев, В.И. Лутов, Н.С. Чеченина, Р.Р. Колоколов, А.А. Леяк, А.И. Леяк // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2020. – № 3. – С. 7–17.
8. *Беляев А.А., Шахристова А.А.* Влияние предпосадочной обработки саженцев бактериальными штаммами на вегетативное размножение садовой земляники // *Инновации и продовольственная безопасность*. – 2021. – № 4 (34). – С. 123–127.
9. *Стольников Н.П., Лутов В.И.* Промышленная культура земляники в Сибири: монография / НГАУ. НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 2009. – 207 с.
10. *Методика выявления и учета болезней плодовых и ягодных культур* / ВНИИЗР (ВИЗР). – М.: Колос, 1971. – 23 с.
11. *Чумаков А.Е., Захарова Т.И.* Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / ВАСХНИЛ. ВНИИЗР. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.

12. *Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие* / О.М. Минаева, Е.Е. Акимова, Т.И. Зюбанова, Н.Н. Терещенко. – Томск: Изд. дом Том. гос. ун-та, 2018. – 130 с.
13. *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур*. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
14. *Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований*. – М., 2013. – 349 с.
15. *Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере*. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

REFERENCES

1. Shternshis M.V., Dzhililov F.S., Andreeva I.V., Tomilova O.G., *Biopreparaty v zashhite rastenij* (Biological products in plant protection), Novosibirsk, 2003, 140 p.
2. Pavljushin V.A., Novikova I.I., Bojkova I.V., *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 2020, Vol. 55, No. 3, pp. 421–438. (In Russ.)
3. Korobov V.A., Leljak A.I., Leljak A.A., *Zashhita i karantin rastenij*, 2014, No. 11, pp. 31–32. (In Russ.)
4. Cvetkova V.P., Maslennikova V.S., *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo proizvodstva* (Scientific support of agro-industrial production), Materials of the International Scientific and Practical Conference, Kursk, 2018, pp. 206–210. (In Russ.)
5. Cvetkova V.P., Maslennikova V.S., Nesterenko V.A., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2020, No. 2 (55), pp. 69–75. (In Russ.)
6. Beljaev 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.)
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. Beljaev A.A., Shahrstova A.A., *Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost'*, 2021, No. 4 (34), pp. 123–127. (In Russ.)
9. 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.
10. *Metodika vyjavlenija i ucheta boleznej plodovyh i jagodnyh kul'tur* (Methodology for detecting and recording diseases of fruit and berry crops), Moscow: Kolos, 1971, 23 p.
11. Chumakov A.E., Zaharova T.I., *Vredonosnost' boleznej sel'skhozjajstvennyh kul'tur* (Harmfulness of crop diseases), VASHNIL. VNIIZR, Moscow: Agropromizdat, 1990, 127 p.
12. Minaeva O.M., Akimova E.E., Zjubanova T.I., i dr., *Biopreparaty dlja zashhity rastenij: ocenka kachestva i jeffektivnosti* (Biological products for plant protection: assessment of quality and effectiveness), Tomsk: Izdatel'skij Dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2018, 130 p.
13. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* (Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops), Orel, Izd-vo VNIISPK, 1999, 606 p.
14. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniij* (Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results), Moscow, 2013, 349 p. (In Russ.)
15. Sorokin O.D., *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKhN, 2009, 222 p.