

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ СМЕСИ ШТАММОВ САПРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ НА САДОВУЮ ЗЕМЛЯНИКУ ПРИ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

А.А. Беляев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
А.А. Шахристова, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет

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

Ключевые слова: садовая земляника, маточник, бактериальные штаммы, ростостимулирующий эффект, адаптирующее действие, иммунизирующее действие, полифункциональные свойства.

Реферат. Исследования проведены в полевых экспериментах 2014–2017 гг. с целью комплексной оценки действия бактериальных биоагентов на растения садовой земляники в условиях производственного маточника. Установлено, что предпосадочная обработка саженцев земляники суспензией смеси штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* (*B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 – в равной пропорции, в концентрации $1 \cdot 10^5$ КОЕ/мл) повышала их приживаемость в среднем на 20,5 % относительно контроля, оказывая выраженное антистрессовое действие. Степень поражения листьев земляники белой пятнистостью снижалась в 1,2–1,8 раза вследствие иммунизирующего действия препарата. Обработка смесью бактериальных штаммов стимулировала нарастание длины надземной части на 15 %, длины корневой системы – на 19 %, биомассы растений земляники – на 20 %, а также вегетативное размножение земляники – количество дочерних розеток возрастало на 31,8 %. Препаративная смесь бактериальных штаммов обладает полифункциональным действием на растения и является перспективным средством для расширения арсенала биологических методов повышения эффективности и экологической стабилизации производства посадочного материала земляники.

THE COMPLEX EFFECT OF A MIXTURE OF SAPROTROPHIC BACTERIAL STRAINS ON GARDEN STRAWBERRIES DURING PRE-PLANTING PROCESSING

A.A. Belyaev, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
A.A. Shakhristova, Ph.D. Student

Novosibirsk State Agrarian University

Keywords: garden strawberries, queen bee, bacterial strains, growth-stimulating effect, adaptive effect, immunizing effect, multifunctional properties.

Abstract. The studies were carried out in field experiments in 2014–2017 with the aim of a comprehensive assessment of the action of bacterial bioagents on garden strawberry plants in the conditions of a production mother liquor. It has been established that preplant treatment of strawberry seedlings with a suspension of a mixture of strains of saprotrophic bacteria of the genus *Bacillus* (*B. amyloliquefaciens* VKPM V-10642, *B. amyloliquefaciens* VKPM V-10643, *B. subtilis* VKPM V-10641) in equal proportions, at a concentration of 1×10^5 CFU/ml increased their survival by an average of 20.5% relative to the control, providing a pronounced anti-stress effect. The degree of damage to strawberry leaves with white spotting decreased by 1.2–1.8 times due to the immunizing effect of the drug. Treatment with a mixture of bacterial strains stimulated an increase in the length of the aerial part by 15%, the length of the root system - by 19%, the biomass of strawberry plants - by 20%, as well as vegetative propagation of strawberries - the number of daughter rosettes increased by 31.8%. The preparative mixture of bacterial strains has a multifunctional effect on plants and is a promising tool for expanding the arsenal of biological methods to increase the efficiency and environmental stabilization of the production of strawberry planting material.

При возделывании различных сельскохозяйственных культур актуальной является проблема биологического контроля болезней и вредителей как альтернативы химическому методу защиты, поскольку продукция должна соответствовать требованиям экологической безопасности и не содержать остатков химических пестицидов. В связи с процессами интенсификации технологических процессов в садоводстве, а также под влиянием загрязнения окружающей среды усиливается экологическая нестабильность агроценозов, происходит дезадаптация культурных растений. Необходим поиск биоагентов, обеспечивающих наименьший риск окружающей среде и повышающих устойчивость плодовых и ягодных растений к абиотическим стрессовым факторам. В связи с этим одно из важных направлений исследования биологических агентов – выявление у них полифункциональных свойств, в частности, сочетания антагонистического действия на фитопатогены и ростостимулирующего и адаптогенного действия на культурное растение [1, 2]. Известно, что острые или хронические стрессы приводят к физиологическому ослаблению культурных растений, которое вызывает повышение их восприимчивости к инфекционным заболеваниям [3]. Средствами ослабления стрессов могут быть, в частности, штаммы почвообитающих микроорганизмов, стимулирующие рост растений [4, 5]. Это обусловлено комплексным влиянием, в частности бактерий рода *Bacillus*, на растения и микрофлору почвы вследствие разложения органических веществ, повышения доступности элементов питания, выделения метаболитов, стимулирующих рост растений (фитогормоны) и антагонистически действующих на фитопатогены (антибиотики) [6, 7]. Сапротрофные микроорганизмы, в том числе бактерии рода *Bacillus*, способны также к биосинтезу и выделению ауксинов, жасмонатов, этилена, хитиназы и других веществ, вызывающих у растения изменение физиологического состояния и индукцию резистентности к фитопатогенам [8–10]. В условиях Западной Сибири ранее были получены предварительные результаты, указывающие на перспективность применения бактериальных штаммов для повышения адаптации и стимулирования роста садовой земляники. Необходимо расширение арсенала экологически безопасных приемов выращивания и защиты растений земляники при выращивании посадочного материала.

Целью исследования явилась оценка полифункционального действия препаративной смеси штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* на растения садовой земляники в условиях производственного маточника.

Исследования проведены в 2014–2016 гг. в полевых опытах в производственном маточнике земляники в сельскохозяйственной артели «Сады Сибири» (СХА «Сады Сибири») Новосибирской области (longitude 82° 93', latitude 55° 04'). Опытный участок расположен в подзоне дренированной лесостепи Приобья, почва серая лесная, предшественник – черный пар. Объекты исследования: растения земляники сорта Юния Смайдж; белая пятнистость листьев земляники (возбудитель *Ramularia tulasnei* Sacc., Hyphomycetales, Deuteromycota); смесь трех штаммов сапротрофных бактерий видов *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn и *Bacillus amyloliquefaciens* (Fukumoto) Priest et al. из коллекции культур разработчика и производителя препарата ООО НПФ «Исследовательский центр»: *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 в равной пропорции (экспериментальный препарат Фитоп 8.67).

Метеорологические условия 2014 г. были близки к среднемноголетней норме, сумма осадков за период вегетации составила 224 мм, сумма эффективных температур (СЭТ) выше +5 °С за период вегетации достигла 1513 °С. Период вегетации 2015 г. был теплым, с избытком осадков, сумма осадков составила 343 мм, СЭТ – 1727 °С. Период вегетации 2016 г. был жарким и засушливым (сумма осадков – 186 мм, СЭТ – 1797 °С).

Условия зимних периодов в 2014–2017 гг. характеризовались достаточным снеговым покровом и повышенным температурным фоном – средняя температура воздуха с декабря по февраль составляла $-11,6 \dots -13,0$ °C – на $2,7 - 4,1$ °C выше среднего многолетнего уровня.

Полевые опыты ежегодно включали опытный вариант с предпосадочной обработкой корневой системы саженцев земляники препаративной смесью бактериальных штаммов, эталонный вариант с препаратом гуминового удобрения Феникс в концентрации 0,05% (производитель – ООО «НПП ТЕЛЛУРА-БИС», г. Бийск) и контрольный вариант в 4 блоках рендомизированных повторений. В каждом варианте высаживали 80 растений, площадь 1 делянки – $3,5 \text{ м}^2$. Корневую систему рассады земляники перед посадкой в течение 2 ч замачивали в рабочей жидкости, содержащей смесь бактериальных штаммов в концентрации $1 \cdot 10^5$ КОЕ/мл, или в рабочей жидкости с концентрацией препарата Феникс 0,05%, или в чистой поливной воде. Расход рабочей жидкости 6 л на вариант, расход смеси штаммов биоагентов – 0,6 мл на вариант. Землянику выращивали с соблюдением основных требований зональной технологии возделывания по размещению растений и обработке почвы [11], учеты в опыте проводили по общепринятым методикам оценки ростовых параметров, адаптации и поражаемости болезнями [12].

Таблица 1

Влияние предпосадочной обработки корневой системы на приживаемость и ростовые параметры маточных растений земляники в год посадки ($M \pm m$, учеты в конце вегетации)
Effect of pre-planting treatment of root system on establishment and growth parameters of strawberry mother plants in the year of planting ($M \pm m$, counts at the end of the growing season)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее за 3 года
<i>Приживаемость, %</i>				
Контроль	$65,0 \pm 2,0$	$91,3 \pm 2,4$	$51,3 \pm 5,2$	$69,2 \pm 5,3$
Феникс, 0,05 %	$81,3 \pm 1,3^*$	$93,8 \pm 1,3$	$78,8 \pm 3,1^*$	$84,6 \pm 2,3^*$
Препаративная смесь	$77,5 \pm 4,3^*$	$95,0 \pm 2,0$	$77,5 \pm 3,2^*$	$83,3 \pm 3,0^*$
<i>Количество молодых листьев на растение</i>				
Контроль	$2,9 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,2$
Феникс, 0,05 %	$3,5 \pm 0,04^*$	$3,2 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,4^*$	$3,6 \pm 0,2^*$
Препаративная смесь	$3,6 \pm 0,2^*$	$3,3 \pm 0,3$	$3,3 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2$
<i>Длина надземной части, см</i>				
Контроль	$18,7 \pm 1,4$	$21,9 \pm 1,3$	$21,5 \pm 0,3$	$20,7 \pm 0,7$
Феникс, 0,05 %	$22,0 \pm 1,7^*$	$22,9 \pm 0,9$	$25,2 \pm 0,4^*$	$23,4 \pm 0,7^*$
Препаративная смесь	$22,8 \pm 0,7^*$	$24,1 \pm 1,2^*$	$24,4 \pm 0,8^*$	$23,8 \pm 0,5^*$
<i>Длина корневой системы, см</i>				
Контроль	$14,3 \pm 1,0$	$19,0 \pm 0,6$	$22,2 \pm 0,5$	$18,5 \pm 0,7$
Феникс, 0,05 %	$18,8 \pm 1,3^*$	$21,5 \pm 0,7^*$	$24,0 \pm 0,5^*$	$21,4 \pm 0,6^*$
Препаративная смесь	$16,9 \pm 0,7^*$	$24,8 \pm 1,0^*$	$24,1 \pm 0,8^*$	$21,9 \pm 0,8^*$
<i>Биомасса 1 растения, г</i>				
Контроль	$16,5 \pm 0,9$	$40,9 \pm 1,9$	$44,7 \pm 3,3$	$34,0 \pm 2,6$
Феникс, 0,05 %	$25,4 \pm 1,4^*$	$43,4 \pm 2,1$	$46,7 \pm 1,8$	$38,5 \pm 2,0$
Препаративная смесь	$26,0 \pm 1,0^*$	$49,4 \pm 2,7^*$	$47,4 \pm 1,2$	$40,9 \pm 2,2^*$

* Различия с контролем статистически достоверны ($P < 0,05$).

Статистическая обработка данных выполнена с помощью парного t-теста (по t-критериям Стьюдента). Уровень значимости составил 0,05.

Посадку земляники в полевых опытах в годы исследования проводили в период с середины третьей декады мая до начала второй декады июня. В среднем за 3 года приживаемость растений составила в контроле 69,2 % (табл. 1). Предпосадочная обработка корневой системы препаративной смесью бактериальных штаммов достоверно ($P < 0,05$) повышала приживаемость саженцев, в среднем на 20,5 % относительно контроля, примерно на одинаковом уровне

с гуминовым препаратом Феникс, 0,05 %. В год с избыточным увлажнением (2015 г.) приживаемость высаженной земляники в контрольном варианте достигала 91,3–95,0 %, на этом фоне применение предпосадочной обработки не давало существенного эффекта. В более засушливые годы (2014 и 2016 гг.) на фоне снижения приживаемости в контроле до 51,3–65,0 %, в варианте с применением смеси бактериальных штаммов приживаемость саженцев возрастала на 19,2–51,2 % относительно контроля, что указывает на выраженное адаптирующее действие данного препарата, практически не уступающее по эффективности гуминовому препарату Феникс, 0,05 %.

Количество листьев, отросших после посадки до конца вегетации в среднем за 3 года статистически достоверно ($P < 0,05$) возрастало под влиянием гуминового препарата Феникс на 15,8 % при 3,1 листа на растение в контроле. Аналогичное действие смеси бактериальных штаммов было слабым, достоверно проявилось лишь однажды, в 2014 г.

Стимулирующее действие на длину надземной части оказывали оба препарата. В среднем за весь период наблюдений длина надземной части увеличивалась под действием Фитопа 8.67 на 3,1 см (на 15,0 %), под действием Феникса – на 2,7 см (13,0%) при 20,7 см в контроле. По уровню эффекта действие бактериальных штаммов почти не отличалось от влияния эталонного препарата Феникс, однако было более стабильным, так как достоверно проявлялось ежегодно.

Средняя длина корневой системы контрольных растений в годы исследования варьировала от 16,6 до 22,2 см, в среднем составляла 18,5 см. Статистически достоверное ($P < 0,05$) стимулирующее действие ежегодно оказывали оба препарата, без существенных различий по эффектам между собой. Длина корней возрастала, в среднем за 3 года наблюдений на 15,9–18,6 % относительно контроля.

Биомасса 1 контрольного растения, сформированного к концу вегетации первого года жизни, в годы исследования достигала 40,9–44,7 г на растение. Лишь в 2014 г. растения были мельче, в среднем, по 16,5 г на растение, что было обусловлено сильным стрессом, вызванным засушливой погодой в 1-й половине вегетации. Однако при этом действие смеси штаммов бактерий в стрессовых условиях оказалось максимально выраженным – биомасса растений возрастала на 57,3 %, примерно на таком же уровне стимулировал биомассу и эталонный препарат Феникс. В среднем за 3 года биомасса одного растения земляники под влиянием предпосадочной обработки Фитопа 8.67 увеличивалась на 20,2 %.

Таблица 2

Влияние предпосадочной обработки корневой системы на вегетативное размножение растений земляники в год посадки (учеты в конце вегетации)

Effect of pre-planting root system treatment on vegetative multiplication of strawberry plants in the year of planting (counts at the end of the growing season)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее за 3 года
<i>Количество столонов на 1 растение</i>				
Контроль	0,8±0,1	2,3±0,2	2,3±0,4	1,8±0,3
Феникс, 0,05 %	1,4±0,3*	2,6±0,3	3,2±0,2*	2,4±0,3*
Препаративная смесь	2,4±0,5*	2,6±0,2	3,0±0,3*	2,7±0,2*
<i>Количество дочерних розеток на 1 растение</i>				
Контроль	0,8±0,4	2,7±0,2	3,0±0,1	2,2±0,3
Феникс, 0,05 %	1,1±0,2	3,3±0,1*	4,3±0,2*	2,9±0,4*
Препаративная смесь	2,7±0,5*	3,1±0,2*	3,0±0,3	2,9±0,2*

Во влиянии предпосадочной обработки смесью бактериальных штаммов на вегетативное размножение земляники (табл. 2) в среднем за весь период исследований отмечено существенное ($P < 0,05$) увеличение количества столонов (усов), формируемых 1 маточным растением с 1,8 столона на растение в контроле до 2,7 на обработанных растениях (на 39,4 %). Данный

эффект находился примерно на одинаковом уровне с действием гуминового препарата Феникс, 0,05 %.

Количество дочерних розеток в вариантах с применением препаратов Феникс и Фитоп 8.67 в среднем за 3 года достоверно ($P < 0,05$) возрастало до 2,9 розетки на растение при 2,2 в контроле (увеличение на 31,8 %). В 2014 г. слабое формирование розеток у земляники связано с общим ухудшением состояния растений из-за стрессовых погодных условий, которые также негативно отразились на всех ростовых параметрах. Однако при этом был получен наивысший эффект стимулирования формирования дочерних розеток земляники под влиянием бактериальной смеси – увеличение в 3,4 раза относительно контроля, что достоверно превосходило действие гуминового препарата, а также позволило сохранить уровень вегетативного размножения на среднесуточном уровне. В среднем за 3 года исследования эффект стимулирования вегетативного размножения после обработки штаммами бактерий был на статистически одинаковом уровне с действием гуминового препарата Феникс.

Оценка действия бактериальных штаммов на поражение земляники белой пятнистостью проведена в опытах 2015 и 2016 гг. Это заболевание было единственным, которое массово поражало растения в год посадки. В 2015 и 2016 гг. в контроле к концу вегетации степень поражения составляла соответственно 40 и 39,5 % (рис. 1). В 2015 г. условия внешней среды были более благоприятны для развития данного заболевания, оно развивалось раньше в связи с обильными осадками, выпавшими в мае и июне, что способствовало передаче возбудителя воздушно-капельным путем. В 2016 г. осадки выпадали преимущественно в июле, наибольший прирост поражения отмечен с июля по середину августа.

Под влиянием предпосадочной обработки в оба года исследования происходило снижение пораженности в опытных вариантах. В 2015 г. снижение степени поражения относительно контроля в вариантах с применением препаративной смеси штаммов и Феникс в 1,3–1,4 раза было доказано ($P < 0,05$) через месяц после посадки растений. Полученный защитный эффект сохранился до конца вегетации, при этом существенных различий в действии бактериальных штаммов и гуминового препарата Феникс не установлено.

В 2016 г. достоверное влияние обработки бактериальными штаммами выявлено в начале августа, болезнь в этот период развивалась в 1,9–2,1 раза слабее, чем в контроле (биологическая эффективность 47,8–51,7 %), лишь в сентябре произошло ослабление защитного действия. Обработка оказалась существенно эффективнее, чем гуминовым препаратом Феникс.

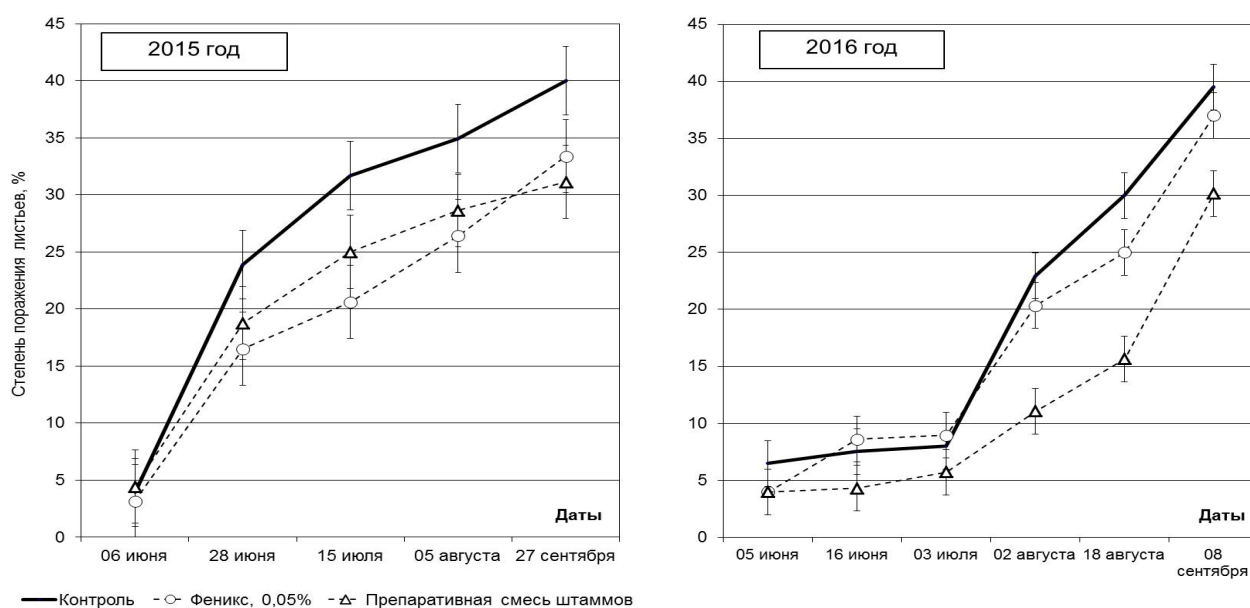


Рис. 1. Влияние предпосадочной обработки корневой системы смесью бактериальных штаммов на поражение листьев растений земляники белой пятнистостью

Таким образом, предпосадочная обработка приводила к повышению устойчивости формирующихся растений земляники к белой пятнистости, что указывает на наличие у бактериальных штаммов, входящих в состав препаративной смеси, иммунизирующего действия. Оно могло быть следствием как их антистрессового, так и общего ростостимулирующего влияния, которое ослабляло преждевременное старение тканей растения и снижало возрастно-физиологическую восприимчивость к фитопатогенному грибу. Известно, что восприимчивость земляники к белой пятнистости усиливается в условиях стресса, в частности водно-температурного [13]. По-видимому, обработка корневой системы саженцев смесью штаммов позволяла ослабить стрессовую нагрузку на молодые растения в критический период адаптации после высадки на постоянное место произрастания, что и в дальнейшем позволяло им сохранить более высокий уровень устойчивости к болезни. В 2014–2017 гг. растения подвергались также стрессам в зимние периоды, что позволило оценить влияние бактериальных штаммов на их зимостойкость.

Сохранность растений земляники (рис. 2) по результатам прохождения зимнего периода оценивали во второй декаде мая следующего года. При этом в контроле к весне 2015 г. выжили 82,5 % растений от числа ушедших на зимовку в 2014 г. Слабая тенденция повышения выживаемости под влиянием предпосадочной обработки бактериальными штаммами и препаратом Феникс достоверно ($P < 0,05$) не была доказана. Аналогично не установлено достоверных эффектов во влиянии на выживание растений в течение зимы в 2016 г. Однако в 2017 г. проявилось адаптирующее влияние обоих препаратов на зимующие растения, при этом Фитоп 8.67 действовал достоверно более эффективно, чем эталонный гуминовый препарат Феникс, 0,05 %, что позволило выжить 96,8 % от общего количества растений при сохранности 85,8 % растений в контроле.

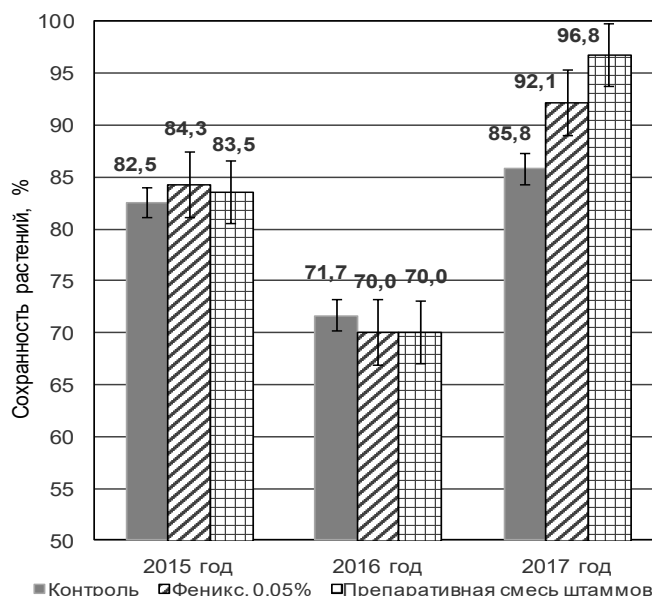


Рис. 2. Влияние предпосадочной обработки корневой системы препаративной смесью бактериальных штаммов на выживание маточных растений земляники в течение зимовки
(% живых растений, учеты во второй декаде мая)

Fig. 2. Effect of pre-planting treatment of root system with a preparative mixture of bacterial strains on survival of strawberry mother plants during wintering (% of liveplants, counts in the 2nd decade of May)

Проведенное трехлетнее исследование показало, что препаративная смесь штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* оказывает выраженное полифункциональное действие на растения земляники, проявляет наряду с ростостимулирующими также антистрессовые и иммунизирующие свойства, что перспективно для использования её в качестве средства

повышения эффективности и экологической стабилизации производства посадочного материала земляники.

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Предпосадочная обработка корневой системы саженцев земляники суспензией смеси штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* (препарат Фитоп 8.67 в концентрации $1 \cdot 10^5$ КОЕ/мл) повышала их приживаемость в среднем на 20,5 % относительно контроля, оказывая выраженное антистрессовое действие. Степень поражения белой пятнистостью формирующихся маточных растений снижалась в 1,2–1,8 раза вследствие иммунизирующего действия препарата.

2. Обработка смесью бактериальных штаммов стимулировала нарастание длины надземной части на 15 %, длины корневой системы – на 19 %, биомассы растений земляники – на 20 %, а также вегетативное размножение земляники – количество дочерних розеток возрастало на 31,8 %.

3. Препаративная смесь бактериальных штаммов (Фитоп 8.67) обладает полифункциональным действием на растения и является перспективным средством для расширения арсенала биологических методов повышения эффективности и экологической стабилизации производства посадочного материала земляники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sarhan E.A.D., Shahato H.Sh. Potential plant growth promoting activity of *Pseudomonas* spp. and *Bacillus* spp. as biocontrol agents against damping-off in alfalfa // Plant Pathology Journal. – 2014. – Vol. 13, N 1. – P. 8–17.
2. Antifungal activity of lipopeptides from *Bacillus* XT1 CEST 8661 against *Botrytis cinerea* / L. Toral, M. Rodriguez, V. Bejar, I. Sampedro // Frontiers in microbiology. – 2018. – N 19. – P. 1315. - DOI: 10.3389/fmicb.2018.01315
3. Ramegowda V., Senthil-Kumar M. The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants: mechanistic understanding from drought and pathogen combination // J Plant Physiol. – 2015. – Vol. 176. – P. 47–54.
4. Yang J., Kloepper J.W., Ryu C-M. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress // Trends Plant Sci. – 2009. – Vol. 14 (1). – P. 1–4.
5. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants // Plant Soil. – 2014. – Vol. 383(1). – P. 3–41.
6. Pal, K.K., McSpadden Gardener B. Biological control of plant pathogens // The Plant Health Instructor. – 2006. – 25 p. – DOI:10.1094/PHI-A-2006-1117-02.
7. Kim P.I. Production of biosurfactant lipopeptides iturin A, fengycin and surfactin A from *Bacillus subtilis* CMB32 for control of *Colletotrichum gloeosporioides* // J. Microbial Biotechnology. – 2010. – Vol. 20. – P. 138–145.
8. Raaijmakers J.M. Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics // FEMS Microbiol. Rev. – 2010. – Vol. 34. – P.1037–1062.
9. Perez-Garsia A., Romero D., Vicentedei A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms. // Curr Opinion Biotechnol. – 2011 – Vol. 22(2). –P. 187–193.
10. Saraf M., Pandya U., Thakkar A. Role of allelochemicals in plant growth promoting rhizobacteria for biocontrol of phytopathogens // Microb Res. – 2014. – Vol. 169. – P. 18–29.
11. Стольникова Н.П., Лутов В.И. Промышленная культура земляники в Сибири: монография / НГАУ. НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 2009. – 207 с.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
13. The Use of *Bacillus* Spp. Strains for Biocontrol of Ramularia Leaf Spot on Strawberry and Improving Plant Health in Western Siberia A.A. Belyaev, N.P. Pospelova, A.A. Lelyak, [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – №.7(1). – P.1594–1606.

REFERENCES

1. Sarhan E. A. D., Shahato H. Sh. Potential plant growth promoting activity of *Pseudomonas spp.* and *Bacillus spp.* as biocontrol agents against damping-off in alfalfa. *Plant Pathology Journal*, 2014, vol. 13, No 1, pp. 8-17.
2. Toral L., Rodriguez M., Bejar V., Sampedro I. Antifungal activity of lipopeptides from *Bacillus* XT1 CEST 8661 against *Botrytis cinerea*. *Frontiers in microbiology*, 2018, No 19, p. 1315.
3. Ramegowda V., Senthil-Kumar M. The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants: mechanistic understanding from drought and pathogen combination. *J Plant Physiol.*, 2015, vol. 176, pp. 47-54.
4. Yang J., Kloepper J.W., Ryu C-M. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends Plant Sci.*, 2009, vol. 14 (1), pp. 1-4.
5. Calvo P., Nelson, L., Kloepper, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil.*, 2014, vol. 383(1), pp. 3-41.
6. Pal, K.K., McSpadden Gardener, B. Biological control of plant pathogens. *The Plant Health Instructor*, 2006, pp 25.
7. Kim P.I. Production of biosurfactant lipopeptides iturin A, fengycin and surfactin A from *Bacillus subtilis* CMB32 for control of *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Microbial Biotechnology*, 2010, vol. 20, pp. 138-145.
8. Raaijmakers J.M. Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics. *FEMS Microbiol. Rev.*, 2010, vol. 34, pp. 1037-1062.
9. Perez-Garsia A, Romero D, Vicentedei A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms. *Curr Opinion Biotechnol.*, 2011, vol. 22(2), pp. 187-193.
10. Saraf M, Pandya U, Thakkar A. Role of allelochemicals in plant growth promoting rhizobacteria for biocontrol of phytopathogens. *Microb. Res.*, 2014, vol. 169, pp. 18-29.
11. 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.
12. 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.
13. Belyaev A.A., Pospelova N.P., Lelyak A.A., Shternshis M.V., Shpatova T.V. The Use of *Bacillus* Spp. Strains for Biocontrol of *Ramularia* Leaf Spot on Strawberry and Improving Plant Health in Western Siberia. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2016, No.7(1), pp.1594-1606.