

«»

УДК:582.572.8:58.071

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ШТАММОВ АССОЦИАТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ САЖЕНЦЕВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР К МИКОЗАМ

Г.Е. Ларина*, Л.Г. Серая

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вяземы, Российская Федерация

*Эл. почта: galina.larina@mail.ru; galina.larina@vniif.com

Статья поступила в редакцию: в редакцию 02.11.2022; принята к печати 27.11.2022

Для получения высокопродуктивных садов большую важность имеют первые годы роста растений, высаживаемых в открытый грунт в виде укорененных подвоев для дальнейшей прививки или саженцев 1-2-го года развития. Перспективна экологичность и эффективность применения препаратов на основе штаммов ассоциативных микроорганизмов в технологии производства саженцев плодовых семечковых культур на разных этапах их роста. По результатам многолетних опытов в Нечерноземной зоне установлено, что биопрепараты на основе штамма В-10 ВИЗР *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas fluorescens* положительно влияют на морфологию молодых растений (побегообразование) и режимы питания (мобилизация фосфора); штамм 26 Д *Bacillus subtilis* и *Trichoderma* sp. на ростовые качества (высота, прирост) и фотосинтетическую активность листьев;

фитолавин – устойчивость к инфекционным болезням и фотосинтетическую активность листьев. Показана тесная прямая связь между высотой саженцев и биологией штамма микроорганизма (или консорциума грибов и бактерий), нормой применения препарата и размером листьев; а также обратная зависимость между высокой гумусированностью почвы и микозами. Применение биопрепаратов сохранило высокое биоразнообразие в почве и ризосфере растений, сопоставимое с контролем (без применения биопрепаратов). В опытных вариантах отмечены изменения в структуре сообщества микромицетов, где соотношение между родами изменилось в пользу *Acremonium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Clonostachys*, *Paecilomyces*, *Talaromyces*, *Penicillium*, *Trichoderma* при общем снижении разнообразия числа доминирующих микромицетов из рода *Fusarium*, *Trichoderma*, *Clonostachys*, *Paecilomyces*. Это подтверждает успешную конкуренцию штаммов грибов и бактерий в составе препаративной формы и активизацию фунгистазиса почвы в корневой зоне молодых растений.

Ключевые слова: защита растений, плодовые культуры, фитопатоген, фунгистазис, иммунитет, биопрепараты, агропочвоведение.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OF PREPARATIONS BASED ON STRAINS OF ASSOCIATE MICROORGANISMS IN INCREASING THE RESISTANCE OF FRUIT CROPS SEEDLINGS TO MYCOSES

G.E. Larina*, L.G. Seraya

All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Russian Federation

*E-mail: galina.larina@mail.ru; galina.larina@vniif.com

For developing highly productive gardens, the first years of plant growth most important, when plants are planted in open ground as rooted rootstocks or seedlings of the 1st to 2nd year of development. For production of seedlings of fruit pome crops at different stages of their growth, it is promising to use preparations of associative microorganism strains. Based on the results of many years of experiments in the Non-Chernozem zone, it was found that biological preparations based on the B-10 VIZR strain of *Bacillus subtilis* and on *Pseudomonas fluorescens* are beneficial for young plants morphology (shoot formation) and for nutritional patterns (phosphorus mobilization), and based on the strain 26 D *Bacillus subtilis* and, on *Trichoderma* sp., for growth (height, increment) and for the photosynthetic activity of leaves. Phytolavin was found to enhance plant resistance to infectious diseases and the photosynthetic activity of leaves. Close direct relationships have been found between seedlings height and the biology of the strain of a microorganism (or a consortium of fungi and bacteria), drug dosage and leaves size. Inverse relationships are found between high soil humus content and mycoses. The use of biological products maintains high biodiversity in the soil and rhizosphere of plants. In experiments, changes were noticed in the structure of the micromycete community, the ratio between genera being changed. There was observed an increase in the abundance of fungi from the genera *Acremonium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Clonostachys*, *Paecilomyces*, *Talaromyces*, and *Penicillium*, *Trichoderma* and a general decrease in the diversity of micromycetes from the genera *Fusarium*, *Trichoderma*, *Clonostachys*, and *Paecilomyces*. These findings confirm the successful competition of strains of fungi and bacteria included in their preparative form and the activation of soil fungistasis in the root zone of young plants.

Key words: plant protection, fruit crops, phytopathogen, fungistasis, immunity, biological products, agro-soil science.

Введение

Фенологические наблюдения за ростом молодых растений семечковых плодовых культур демонстрируют широкие адаптационные возможности укорененных подвоев яблони и груши. Но необходимо подчеркнуть, что молодые растения максимально чувствительны к деструктивному влиянию стресс-факторов, что отмечается на начальных этапах онтогенеза [1-3]. В последнее десятилетие активно ведутся работы по научно-обоснованному применению препаратов на основе разных штаммов грибов и бактерий в системе работ по уходу и защите садовых (плодовых) и декоративных культур [4, 5]. В отечественном растениеводстве применение биологических препаратов очень перспективно. Получение экологически безопасной растительной продукции начинается не только в момент плодоношения, но и при получении (выращивании) здорового и устойчивого к стресс-факторам посадочного материала.

Поэтому цель нашего исследования изучить реакцию молодых древесных растений на применение биопрепаратов разной природы в условиях начального роста.

Материал и методы исследования

Многолетние исследования проводили в питомнике в зоне подзолистых и дерново-подзолистых почв таежно-лесной области в Центральном и Волго-Вятском районах. В 2018 году заложен многолетний опыт: высажены укорененные подвой яблони и груши для дальнейшей прививки методом окулировки. Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва участка подготовлена согласно стандартным агротехнологиям 1-й агроклиматической зоны. Расположение учетных площадок рандомизированное. Повторность 4-х кратная.

Опрыскивание по листу проводили в сухую погоду, без прямых солнечных лучей. Схема опытов включала следующие варианты: 1) контроль (без применения биопрепаратов), 2) Алирин – однократно пролив почвы после посадки и 5-ти кратное опрыскивание через 14 дней, 3) Фитоспорин – однократно пролив почвы после посадки и 5-ти кратное опрыскивание через 14 дней, 4) ФитоХелп – однократно пролив почвы после посадки и 5-ти кратное опрыскивание через 14 дней, 5) БТУ Универсальный – однократно пролив почвы после посадки и 5-ти кратное опрыскивание через 14 дней, 6) МикоХелп – однократно пролив почвы после посадки и 5-ти кратное опрыскивание через 14 дней, 7) МикоФренд – однократно пролив почвы после посадки, 8) Бинорам – однократно пролив почвы после посадки, 9) Фитолавин – однократно пролив почвы после посадки и 3-х кратное опрыскивание через 14 дней.

Табл. 1.

Описание препаратов, испытываемых в опытах 2018-2020 гг.

Группа	Действующее вещество	Препарат	Код	Норма препарата на 100 л рабочего раствора
A	штамм <i>Bacillus subtilis</i>	алирин фитоспорин фитохелп	Bs1 Bs2 Bs3	0,2 кг (пролив под корень), 0,2 кг (опрыскивание) 0,2 л 1,5 л
B	Ассоциированные микроорганизмы (<i>Bacillus subtilis</i> и др.)	БТУ Универсальный	BsAss	1,5 л (пролив под корень), 0,7 л (опрыскивание)
C	Ассоциированные микроорганизмы (<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Trichoderma</i> sp. и др.)	микохелп микопренд	BsTr1 BsTr2	3,5 л (пролив под корень), 1,0 (опрыскивание) 4,0 л
D	штамм <i>Pseudomonas fluorescens</i>	бинорам	Ps	4,0 л
E	комплекс стрептотрициновых антибиотиков (фитобактериомицин)	фитолавин	Bt	0,2 л (пролив под корень), 0,2 л (опрыскивание)

Погодные условия вегетационного периода 2018-2020 годов были благоприятными для роста и развития семечковых плодовых культур. По температурному режиму в летний период не установлены существенные отличия от среднемноголетних данных (18°C): в разные годы наблюдений температура колебалась от 17,0°C до 18,4°C. По режиму осадков и, соответственно, влажности все годы наблюдений отличались дефицитом влаги: количество осадков было 22 мм в 2018, 21,7 мм в 2019, 40,9 мм в 2020 году по сравнению со среднемноголетними (55 мм).

Исследования проведены с использованием приборно-аналитической базы отдела патологии декоративных и садовых культур и Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБНУ ВНИИФ. Были учтены морфометрические параметры (не менее 10 растений с каждой повторности) – высота, длина и количество побегов, площадь листовой пластины (весовым методом); эффективность препарата (ГОСТ Р 58433-2019) и реакция растений по состоянию фотосинтетических пигментов (ГОСТ 17.1.4.02-90).

Химические анализы почвы выполнены общепринятыми методами. Анализировали почвенные свойства: уровень кислотности (рН водной вытяжки ионометрически по ГОСТ 27753.2-88); содержание фосфора (ГОСТ 27753.5-88); азота (ГОСТ 27753.7-88); калия (ГОСТ 27753.6-88). Приборное обеспечение сертифицировано (ГОСТ Р 8.568-2017), погрешности выполнения анализов не превышали приведенные в стандарте ОСТ 41-08-212-04.

Микологические исследования проведены в специализированной лаборатории с применением метода посева на агаризованные среды и помещением образцов во влажную камеру. Терминология приведена в соответствии с Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>).

Для оценки представленности и типичности видов грибов в составе микробоценоза конкретного местообитания использовали показатели: - временная частота встречаемости (ЧВВ) – это относительное число выборок (комочков в чашке), в которых встречается вид [6], т.е. если выборка состоит из 100 учетных комочков, а вид отмечен на 81, то частота встречаемости (ЧВ) равна 81 %;

- пространственная частота встречаемости (ЧВП) – это степень равномерности размещения видов или плотность в микробоценозе с учетом присутствия прочих видов, т.е. вклад данного вида в структуру микробоценоза.

Полученные результаты визуальных обследований и инструментального анализа подвергали статистической в MS Excel 2013 и Statistica 10. Рассчитывали среднее, стандартное отклонение (ST). Для обработки данных использовали корреляционный анализ (r - коэффициент корреляции) и многомерный разведочный анализ. Значимыми считали результаты при P<0,05).

Результаты и обсуждение

Вариант контроля в многолетнем опыте принят за эталон, где применена традиционная для 1-й агроклиматической зоны агротехнология, без влияния приема обработки биопрепаратами. Это принято за оптимальную схему роста молодых растений в гидротермических условиях вегетационного периода 2018-2020 годов.

Высота растений в контроле в 2018 году равнялась 52-96 см (среднее 73,2±13,7 см), в 2019-2020 годах. – 45-128 см (среднее 100,0±29,9 см). Если применялись биопрепараты, в 2018 году высота была 34-98 см (среднее 69,2±16,7 см), в 2019-2020 годах – 41-132 см (среднее 102,0±20,2 см). Значимое отставание в росте отмечено в варианте с применением препарата Микофренд – до 8% и увеличение с применением Микохелп (выше 8% относительно контроля, табл. 2). Видимо, включение в готовую форму множества ассоциированных микроорганизмов *Bacillus subtilis*, *Trichoderma* sp. и др. приводит к разной реакции растений и получению противоречивых результатов.

Побегообразование у саженцев плодовых культур в первый год наблюдений было 1-2 шт. на растение в контроле и в последующие годы – 2-5 шт. В вариантах с применением биопрепаратов количество побегов равнялось в первый год испытаний 1-3 шт. на растение, в 2019-2020 гг. – 1-5 шт. Существенное увеличение побегообразования отмечено в варианте с применением препарата Бинорам – выше 20%, а подавление роста – с применением Фитолавина – до 10%. Препараты на основе штаммов *Pseudomonas fluorescens* активно участвуют в преобразовании питательных элементов в доступные для растений формы, что улучшает рост корней и вызывает «зеркальный» эффект в росте побегов.

В разные годы наблюдений прирост побегов в среднем был сопоставим и равнялся в контроле 25±3,2 см. Существенные увеличение в годовом приросте зафиксировано в варианте с применением препарата Микохелп – до 20%, отставание в росте – с применением Фитолавина (более 30% при сравнении с контролем).

Одним из важных ростовых показателей молодых растений является площадь поверхности листа или характеристика силы роста растения [7]. Размер листовой пластины в разные годы наблюдений в контрольном варианте соответствовал экологии саженцев плодовых культур и равнялся 35±3,7 см². В сухие 2018-2019 годы растения испытывали стресс, рост листьев задерживался, крона была изрежена. Применение препарата Микохелп существенно увеличило площадь листьев в разные годы наблюдений – до 30%, а в варианте с применением Бинорама листья, наоборот, были мельче на 10% и более относительно контроля.

Реакция растений на стресс отражается на фотосинтетической активности. У у здоровых растений соотношение хлорофилла-а и хлорофилла-в равно 2-3. В контроле показатель α/β равнялся 3,4±0,9 в разные годы наблюдений, а в вариантах с применением препаратов на основе штаммов *Bacillus subtilis* (Алирин-Б, Фитоспорин, Фитохелп) и *Pseudomonas fluorescens* (Бинорам) был выше 4,1, что характерно для процесса быстрого старения растений. Определено статистически значимое торможение процесса старения в вариантах с применением препарата БТУ универсальный и Микофренд, и наоборот ускорение – в варианте с препаратом Бинорам. Последнее важно для подготовки растений к периоду покоя осенью.

Табл. 2.

Отклик саженцев плодовых деревьев на применение биологически активных пестицидов разной природы (среднее за период 2018-2020 гг., % относительно контроля)

Группа	Код	Препарат	Высота	Побегообразование	Годовой прирост	Площадь листа	α/β
A	Bs1	Алирин-Б	99	113	88	115	115
	Bs2	Фитоспорин	98	111	83	111	118
	Bs3	Фитохелп	104	111	91	120	115
B	BsAss	БТУ универсальный	104	104	88	110	103
C	BsTr1	Микохелп	108	115	118	135	114
	BsTr2	Микофренд	92	107	91	110	103
D	Ps	Бинорам	102	122	101	88	122
E	Bt	Фитолавин	97	96	69	94	114
	X	среднее	100,4	109,8	91,0	110,5	113,0
	ST	среднее	4,6	6,9	12,4	12,7	6,0

Примечание: жирным шрифтом выделены значения, существенно отличающиеся от контроля при P<0,05

Изменения плодородия почвы по уровню кислотности, содержанию органического веществ и доступного азота не были установлены при сравнении с контролем для всех вариантах опыта и составляли 6,6-6,8, 2,2-2,7% и 154-256 мг/кг соответственно. Существенно отличалось

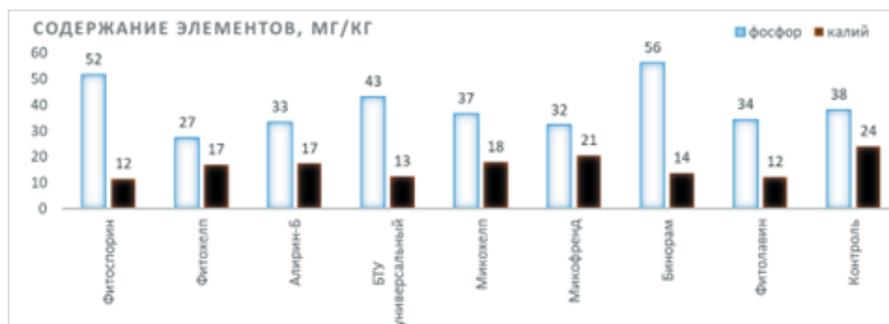


Рис. 1. Уровень доступных растениям подвижных форм фосфора и калия

содержание подвижного фосфора в варианте с препаратом на основе штамма *Pseudomonas fluorescens* (Бинорам) – выше 56 мг/кг по сравнению с 27-30 мг/кг в контроле и прочих вариантах. Отметим, что содержание доступного калия во всех опытных вариантах было меньше, чем в контроле.

Плодородие почвы также зависит от структуры и состава микробного ценоза (грибы, бактерии, участвующие в разных процессах питания, фотосинтеза, иммунитета растений и др). Установлено, что развитие листовых пятнистостей увеличилось в контроле в течение вегетационного сезона от 21% до 70%, в среднем ЧВП = 67%. Инфекционные болезни чаще всего вызывают фитопатогены грибного происхождения (из родов *Alternaria*, *Clonostachys*, *Fusarium*, *Mucor*) – в контроле ЧВП= 66,7±20% (табл. 3). Бактериальные болезни листьев видимо не актуальны по причине выбраковки таких саженцев и удаления на всех этапах производства посадочного материала.

Сравнительный анализ восприимчивости обработанных биопрепаратами древесных растений к листовым (аэрогенным) болезням показал противоречивые результаты по сдерживанию листовых микозов у плодовых культур. Наблюдалась тенденция по снижению ЧВП грибов в вариантах с применением испытываемых препаратов и увеличению ЧВП бактерий, что подтвердил коэффициент корреляции равный $-0,73 \pm 0,11$ при $P < 0,05$.

Табл. 3.

Состав микробоценоза филлосферы растений.

Группа	Код	Грибной комплекс (род)	ЧВП, грибы	ЧВП, бактерии
А	Bs1	<i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Cunninghamella</i> , <i>Phoma</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Trichoderma</i>	83,3	8,3
	Bs2	<i>Alternaria</i> , <i>Chaetomium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Geotrichum</i>	63,6	18,2
	Bs3	<i>Alternaria</i> , <i>Phoma</i> , <i>Rhizoctonia</i>	50,0	20,0
В	BsAss	<i>Alternaria</i> , <i>Chaetomium</i>	50,0	12,5
С	BsTr1	<i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Talaromyces</i> , <i>Trichoderma</i>	55,6	22,2
	BsTr2	<i>Alternaria</i>	50,0	25,0
Д	Ps	<i>Alternaria</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Talaromyces</i> , <i>Trichoderma</i>	83,3	*
Е	Bt	<i>Alternaria</i>	50,0	16,7
Контроль	-	<i>Alternaria</i> , <i>Clonostachys</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Mucor</i>	66,7	*

Примечание: *менее 5%

Видимо, применение биопрепаратов влияет на конкуренцию микроорганизмов в филлосфере и ризосфере растения. Лучший результат по снижению плотности в микробоценозе, включая фитопатогены, отмечен в варианте с применением препарата на основе штаммов ассоциативных микроорганизмов – BsAss (БТУ Универсальный), в состав которого входят бактерии-антагонисты *Bacillus subtilis*, азотфиксирующие и калий-мобилизирующие бактерии из родов *Azotobacter* и *Paenibacillus*; молочнокислые бактерии из родов *Enterococcus*, *Lactobacillus*. Отметим, что применение препаратов на основе эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* показало разные результаты, что объясняется биологией штаммов, рекомендованных к применению в сельском хозяйстве, где используют 4 штамма: 26 Д (Фитоспорин, Фитохелл), В-10 ВИЗР (Алирин-Б), ИПМ 215 (Бактофит – не испытывали) и М-22 ВИЗР (Гамаир – не испытывали).

Интересный результат получен по составу почвенного микробоценоза после применения биопрепаратов (табл. 4). Оно сохранило биоразнообразие в почве и ризосфере растений на высоком уровне. В составе доминирующих микромицетов в контроле практически нет различий между почвенным комплексом и в ризосфере растений – представители родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Clonostachys*, *Paecilomyces*. В опытных вариантах отмечены изменения в структуре сообщества микромицетов, где соотношение между родами изменилось в пользу *Acremonium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Clonostachys*, *Paecilomyces*, *Talaromyces*, *Penicillium*, *Trichoderma* при общем снижении разнообразия родов из числа доминирующих микромицетов, включая зону корневой системы молодых растений. Это подтверждает успешную конкуренцию штаммов грибов и бактерий в составе препаративной формы и активизацию фунгистазиса почвы. Полученный результат совпадает с данными других авторов, в работах которых отмечалось, что фунгистазис почвы (то есть задержка и подавление прорастания спор почвенных грибов) характеризуется перегруппировкой комплекса микромицетов в ризосфере полевых культур и почве, выражающейся в увеличении численности родов *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* [6, 8].

Корреляционный анализ массива данных показал тесную прямую зависимость между высотой саженцев и биологией штамма микроорганизма, нормой применения препарата и площадью листовой пластины ($r = 0,80-0,84$); обратную зависимость между содержанием гумуса (азота) в корневой зоне и микозами листьев ($r = -0,74 - -0,78$).

Провели процедуру иерархического кластерного анализа методом Варда с использованием Евклидова расстояния и получили кластеры, находящиеся на самом близком расстоянии, т.е. группы препаратов со схожим эффектом: первая (i) – Bs1, Ps; вторая (ii) – Bs2, Bs3, BsTr1, BsTr2, Bt; третья (iii) – BsAss. Данные кластерного анализа подтвердили различия в эффектах препаратов на основе разных штаммов бактерий из рода *Bacillus subtilis* – в первую группу вошел штамм В-10 ВИЗР (Bs1), а во вторую – 26 Д (Bs2, Bs3).

Выводы

По данным многолетних исследований можно заключить, что биопрепараты на основе штамма В-10 ВИЗР *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas fluorescens* оказывают заметное положительное влияние на морфологию (побегообразование) и режимы питания (улучшают усвоение фосфора); штамм 26 Д *Bacillus subtilis* и *Trichoderma* sp. – на ростовые качества (высота, прирост) и фотосинтетическую активность листьев; фитолавин – повышает устойчивость к инфекционным болезням и фотосинтетическую активность листьев.

Структура сообщества микромицетов и регулируемый фунгиостазис почвы.

Группа	Код	Состав грибного комплекса (род)		Микромицеты-доминанты, ЧВВ выше 60%	
		почва	ризосфера	почва	ризосфера
A	Bs1	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Cunninghamella, Fusarium, Geotrichum, Penicillium, Rhizopus, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Monilia, Talaromyces, Trichoderma, *микориза</i>	<i>Fusarium, Geotrichum, Penicillium, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Trichoderma</i>
	Bs2	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Fusarium, Humicola, Mucor, Paecilomyces, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Fusarium, Humicola, Mucor, Paecilomyces, Penicillium, Trichoderma</i>	<i>Fusarium, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma</i>	<i>Paecilomyces, Trichoderma</i>
	Bs3	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Fusarium, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Alternaria, Aspergillus, Clonostachys, Cydrocarpon, Fusarium, Paecilomyces, Penicillium, Trichoderma</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Clonostachys, Trichoderma</i>
B	BsAss	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Fusarium, Humicola, Paecilomyces, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma, Ascochyta, Clonostachys, Fusarium, Geotrichum, Humicola, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Alternaria, Cydrocarpon, Fusarium, Penicillium, Trichoderma</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium, Trichoderma</i>
C	BsTr1	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Fusarium, Humicola, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Clonostachys, Cydrocarpon, Fusarium, Trichoderma</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Trichoderma</i>
	BsTr2	<i>Acremonium, Aspergillus, Clonostachys, Cunninghamella, Fusarium, Humicola, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Alternaria, Aspergillus, Clonostachys, Cydrocarpon, Fusarium, Humicola, Paecilomyces, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma</i>	<i>Fusarium, Rhizopus</i>	<i>Clonostachys, Trichoderma, Alternaria</i>
D	Ps	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Fusarium, Humicola, Paecilomyces, Penicillium, Phoma, Pythium, Rhizopus, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Clonostachys, Penicillium, Rhizomucor, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Fusarium, Humicola, Trichoderma</i>	<i>Fusarium, Clonostachys, Trichoderma</i>
E	Bt	<i>Clonostachys, Fusarium, Humicola, Penicillium, Pythium, Rhizopus, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Cydrocarpon, Fusarium, Paecilomyces, Penicillium, Trichoderma</i>	<i>Clonostachys, Fusarium, Talaromyces, Trichoderma</i>	<i>Alternaria, Clonostachys, Trichoderma</i>
Контроль	-	<i>Acremonium, Clonostachys, Cunninghamella, Fusarium, Humicola, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma</i>	<i>Acremonium, Alternaria, Clonostachys, Fusarium, Paecilomyces, Penicillium, Pythium, Rhizoctonia, Trichoderma</i>	<i>Fusarium, Trichoderma, Clonostachys</i>	<i>Clonostachys, Fusarium, Paecilomyces, Trichoderma</i>

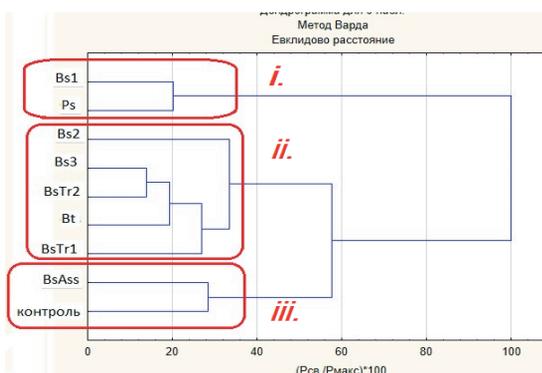


Рис. 2. Дендрограмма иерархического кластерного анализа эффективности биологических препаратов методом Варда с использованием Евклидова расстояния (расшифровка сокращений в тексте)

Показана тесная прямая связь между высотой саженцев и биологией штамма микроорганизма (или консорциума грибов и бактерий), нормой применения препарата и размером листьев ($r = 0,80-0,84$); а также обратная зависимость между высоким плодородием (содержание гумуса, азота) и микозами ($r = -0,74 -- -0,78$).

В целом полученный результат подтверждает экологичность и эффективность применения препаратов на основе штаммов ассоциативных микроорганизмов в технологии производства саженцев плодовых семечковых культур на разных этапах их роста.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0598-2019-0004)

Литература

1. Мережко ОЕ. Влияние биопрепаратов на ростовые процессы саженцев яблони. Современное садоводство. 2019;(2):96-101. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-biopreparatov-na-rostovyye-protsessy-sazhentsev-yabloni> (дата обращения: 03.02.2022).
2. Полякова НН, Серая ЛГ., Ларина ГЕ. Поражение листы саженцев липы мелколистной на фоне применения средств химической защиты. В кн.: Проблемы лесной фитопатологии и микологии: материалы X междунар. конф. Москва-Петрозаводск: КНЦ РАН; 2018. С. 248-51.
3. Seraya LG, Larina GE, Kalemбет IN, Polyakova NN, Petrov AV. Mycological effects as a sign of a phytopathological situation in green landscape. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 579. 2020; 012069. doi:10.1088/1755-1315/579/1/012069.
4. Волкович АП, Носников ВВ. Интенсивные технологии выращивания посадочного материала и лесовосстановления. Минск: БГТУ, 2015.

5. Poddymkina LM, Larina GE, Narezhnaya ED, Belopukhov SL, Dorozhkina LA. Complex protection of the orchard with the use of growth regulators and polyfunctional fertilizers. IOP Conf Ser: Earth and Environmental Science. 1045. 2022; 012067. doi:10.1088/1755-1315/1045/1/012067.
6. Мирчинк ТГ. Почвенная микология. М.: Изд-во МГУ; 1988.
7. Янчук ТВ, Седов ЕН. Высота и площадь листа однолеток яблони сортов разной плоидности. Современное садоводство. 2017;(21):12-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysota-i-ploschad-lista-odnoletok-yablони-sortov-raznoy-ploidnosti> (дата обращения: 04.09.2022).
8. Маршунова Г.Н. Методы определения фунгистазиса почвы. В кн.: Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств. Методические рекомендации. Ленинград; 1982.

References

1. Merezhko OYe. [Influence of biological preparations on the growth processes of apple seedlings]. *Sovremennoye Sadovodstvo*. 2019;(2):96-101. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-biopreparatov-na-rostovye-protsessy-sazhentsev-yablони> (date of access: 02/03/2022). (In Russ.)
2. Polyakova NN, Seraya LG, Larina GYe. [Lesioning of the foliage of small-leaved linden seedlings upon the use of chemical protection agents]. In: *Problemy Lesnoy Fitopatologii i Mikologii*. Moscow-Petrozavodsk: KNTs RAN; 1918. P. 248-51 (In Russian).
3. Seraya LG, Larina GE, Kalembet IN, Polyakova NN, Petrov AV. Mycological effects as a sign of a phytopathological situation in green landscape. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 579. 2020; 012069. doi:10.1088/1755-1315/579/1/012069.
4. Volkovich AP, Nosnikov VV. *Intensivnye Tekhnologii Vyraschivaniya Posadochnogo Materiala i Lesovosstanovleniya*. Minsk: BSTU: 2015. (In Russ.)
5. Poddymkina LM, Larina GE, Narezhnaya ED, Belopukhov SL, Dorozhkina LA. Complex protection of the orchard with the use of growth regulators and polyfunctional fertilizers. IOP Conf Ser: Earth and Environmental Science. 1045. 2022; 012067. doi:10.1088/1755-1315/1045/1/012067.
6. Mirchink TG. *Pochvennaya Mikologiya [Soil Mycology]*. Moscow:MGU; 1988. (In Russ.)
7. Yanchuk TV, Sedov YeN. [Leaf height and area of one-year-old apple trees of different ploidy varieties]. *Sovremennoye Sadovodstvo*. 2017;(21):12-16. Anonimous. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysota-i-ploschad-lista-odnoletok-yablони-sortov-raznoy-ploidnosti> (Date of access: 09/04/2022). (In Russian)
8. Marshunova GN [Methods for determining of soil fungistasis]. In: *Nekotorye Novye Metody Kolichestvennogo Ucheta Pochvennykh Mikroorganizmov i Izucheniya Ikh Svoystv*. Leningrad; 1982. (In Russ.)

«»