

КОМПЛЕКСНЫЕ МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ. ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

С. С. Муродова
К. Д. Давранов

Национальный университет Узбекистана
имени Мирзо Улугбека, Ташкент

E-mail: ssmuradova@rambler.ru

Получено 17.09.2014

Проанализированы данные литературы и собственные исследования авторов по созданию комплексных микробных препаратов и их применению в сельскохозяйственной практике Узбекистана. Биотехнологии на основе местных высокоэффективных штаммов микроорганизмов позволили разработать альтернативную стратегию экологически устойчивого землепользования, основанную на частичной замене химикатов микробными препаратами.

Создание новых видов биопрепаратов — микробных комплексов из местных бактериальных штаммов, способных лучше сохранять свои основные свойства в экстремальных условиях, является перспективным по сравнению с применением импортных препаратов и представляет большой теоретический и практический интерес.

Ключевые слова: комплексные микробные препараты, ризосферные бактерии, стимулирующие рост растений.

Как известно, микробные препараты представляют собой живые клетки, селекционированные по полезным свойствам микроорганизмов, а также продукты их метаболизма, которые либо находятся в культуральной жидкости, либо адсорбированы на нейтральном носителе. Такой препарат дает возможность создать огромную концентрацию полезных форм микроорганизмов (в 1 мл или 1 г препарата содержится до 1–5 млрд. клеток бактерий). За счет этого внесенные микроорганизмы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и захватывать экологические ниши, предоставляемые им растением [1].

География распределения микроорганизмов зависит от комплекса экологических факторов: влажности, типа субстрата, кислотности, температуры, засоленности почв и т. д. [2]. Известно, что для почв характерны разные ассоциации (комплексы доминирующих почвенных микроорганизмов) [3]. Поэтому в качестве объекта микробной географии целесообразно использовать не биологический вид, а микробное сообщество. В процессе эволюции в различных типах почв в зависимости от экологических и антропогенных факторов сложились специфические микробиоценозы, в которых сосуществуют микроорганизмы, принадлежащие к различным таксономическим и физиологи-

ческим группам. Среди них встречаются как полезные, так и отрицательно влияющие на растения микроорганизмы.

Создание микробных комплексов из агрономически полезных штаммов микроорганизмов и обогащение ими почвы с целью направленного воздействия на протекающие в ней процессы представляет большой научный и практический интерес [4–6]. Препараты поливалентного действия на основе композиций микроорганизмов и биологически активных веществ при условии эколого-физиологической совместимости бактерий и индивидуального комплементарного подбора компонентов отличаются большей стабильностью и эффективностью в разных агроклиматических условиях [7–10].

В состав таких многокомпонентных препаратов могут входить симбиотические, ассоциативные и ризосферные микроорганизмы [11,12]. При этом следует учитывать, что на сообщество микроорганизмов корневой зоны влияние растения-хозяина сильнее, чем влияние абиотических факторов среды обитания [12]. Многие исследования в области создания микробных препаратов свидетельствуют о том, что правильно выбранные и примененные микробные препараты положительно влияют на биохимическую активность почв.

Создание биопрепаратов комплексного действия, одновременно включающих свой-

ства биоудобрений и фунгицидов, инсектицидов, дает возможность решать многие проблемы биологической защиты растений и повышать качество конечной продукции (овощей, фруктов, плодов, трав и фуража для животных), а также улучшать состояние почв, т. е. плодородие. В свою очередь, это приводит к сокращению или исключению использования химических средств защиты растений — гербицидов, фунгицидов, а также минеральных удобрений. В результате снижается нагрузка на почву, в частности на агрополезные микроорганизмы, химическими средствами. Это также повышает биологическую активность почвы за счет увеличения количества полезной микрофлоры, следовательно, и почвенное плодородие [7, 10, 13, 14].

Чаще всего для создания бактериальных препаратов, способствующих повышению продуктивности сельскохозяйственных культур, используют микроорганизмы — представителей семейства *Rhizobiaceae*, а также родов *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Azospirillum*. Такие препараты экологически безопасны, поскольку созданы на основе микроорганизмов, выделенных из природных объектов. При подборе культур в качестве основы моно- или композиционных препаратов отдают предпочтение штаммам, способным продуцировать биологически активные вещества, проявлять фосфатазную активность, фиксировать азот атмосферы, подавлять развитие фитопатогенов и стимулировать формирование растений [15–20]. При этом отобранные микроорганизмы должны обладать колонизирующей активностью по отношению к корневой системе растений и способностью сосуществовать в их ризосфере [21, 22]. Эффективность взаимодействия микроорганизмов-инокулятов с растением-хозяином определяется не только их лектинуглеводным взаимодействием, но и плотностью популяции (эффект кворума) [23].

Положительное воздействие ризосферных бактерий, стимулирующих рост растений — PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria), возможно только при условии успешной колонизации бактериями ризосферы или филосферы. Наиболее важными факторами, влияющими на колонизацию псевдомонадами растений, являются способность бактерий к адгезии (прикреплению) к поверхности корней, хемотаксис ризобактерий в направлении корневых экссудатов и приемлемая скорость размножения бакте-

риальных клеток. Кроме того, для выживания в ризосфере и филосфере бактерии должны быть устойчивы к действию ряда энзимов (пероксидазы, протеазы) или токсичных соединений (фенольные метаболиты растений), а также обладать в некоторых случаях осмо- или холодоустойчивостью. Способность бактерий к колонизации ризосферы определяется большим количеством генов, некоторые из которых идентифицированы [23]. Хотя механизмы их действия только выясняются, установлено, что использование этих генов при конструировании штаммов PGPR повышает способность последних к колонизации.

Многие штаммы PGPR продуцируют антибиотики, подавляющие или замедляющие рост и развитие фитопатогенных грибов и бактерий. Эти штаммы образуют одно или несколько веществ антибиотического ряда, таких как флороглюцины, феназины, пиолитеорин, пирролнитрины, оомицин А и др. Некоторые антибиотики обнаруживаются в тканях растений. Например, слабокислотные антибиотики накапливаются в наземных тканях растения, транспортируясь, возможно, по флоэме. Феназиновые антибиотики могут выступать как индукторы синтеза фитоалексинов у высших растений. Имеются данные о способности ризосферных псевдомонад синтезировать летучие антибиотики [24]. Следует отметить, что в природных популяциях фитопатогенов часто присутствуют резистентные к антибиотикам клетки, особенно после повторной обработки посевов микробными препаратами. Результаты применения таких биопрепаратов на практике существенно отличаются от данных лабораторного эксперимента, где с их помощью контролируется заболевание, индуцируемое инокулятом фитопатогена, содержащим, как правило, гомогенную популяцию его клеток. Поэтому штаммы-антагонисты, продуцирующие несколько антибиотиков, превосходят (в качестве активного ингредиента бактериального препарата) штаммы, синтезирующие единственный антибиотик [24].

Условия внешней среды оказывают существенное воздействие на состав микробных сообществ в прикорневой зоне. Очевидно, специфичность реакции разных сортов и видов растений на бактериализацию обусловлена различиями в способности растений сохранять или терять ассоциативные связи с бактериями в зависимости от условий их возделывания [25, 26]. Известно, что в стрессовых ситуациях в вегетативных органах растений накапливается свободный пролин,

являющийся фактором контроля стрессовых реакций растений. В нормальных условиях содержание аминокислоты пролина в растениях низкое, однако оно резко повышается при действии на них стрессовых факторов — засухи, засоления, низкого значения рН [27].

Исследования ВНИИСХМ показали, что корневые диазотрофы способны снижать содержание свободного пролина в растениях в условиях нарастающей засухи [28]. Другим показателем устойчивости растений к неблагоприятным условиям является содержание хлорофиллов «а» и «b» в листьях растений. Соотношение хлорофилла «а» и хлорофилла «b» характеризует стабильность фотосинтетической системы, а уменьшение этого показателя и снижение общего содержания хлорофилла свидетельствуют о нарушении фотосинтетической деятельности растений. Инокуляция корневыми диазотрофами стимулирует фотосинтетическую деятельность растений за счет увеличения содержания физиологически активного хлорофилла «а». В условиях нарастающей засухи происходит нарушение процесса фотосинтеза, в то же время инокуляция биопрепаратами восстанавливает фотосинтетическую деятельность растений [29, 30]. Другим фактором среды, влияющим на рост растений, а также на активность почвенных микроорганизмов, является концентрация водородных ионов в почвенном растворе. Установлено, что *in vitro* изучаемые штаммы ассоциативных бактерий устойчивы к низким значениям рН и высокой концентрации алюминия; при интродукции в почву все ассоциативные бактерии активно колонизировали ризоплан ячменя сорта Целинный-5 как в кислой, так и в нейтральной почве. Максимальный эффект от инокуляции получен при выращивании растений в кислой почве. Наиболее эффективны биопрепараты, которые в условиях стресса дают наибольшую прибавку урожая зерна. Установлено, что с увеличением кислотности почвы в корнях ячменя происходит накопление свободного пролина, в то время как инокуляция семян с бактериальными препаратами достоверно снижает содержание пролина в корнях. Возможно, микроорганизмы активизируют адаптацию растений к кислой среде за счет продуцирования биологически активных веществ, улучшая азотное и фосфорное питание [31].

Многие из ризосферных бактерий продуцируют индолил-3-уксусную кислоту (ИУК), которая является стимулятором роста растений. Максимум секреции ИУК бактериями

рода *Pseudomonas* в процессе выращивания совпадает с периодом активного роста, что, вероятно, играет важную роль в стрессовых ситуациях. Инокуляция семян приводит к усилению в растениях ряда процессов (фотосинтеза, активации энзимов азотного обмена, синтеза протеиновых и секреции фенольных соединений корневой системой и т. д.) [32].

Инокуляция семян зерновых культур ризосферными диазотрофами способна увеличивать биомассу корней, повышать поступление в корневую систему элементов питания и стимулировать прорастание семян вследствие продуцирования биологически активных веществ типа витаминов, ауксинов, гиббереллинов и ингибирования развития патогенной микрофлоры [33–38].

Бактерии рода *Pseudomonas* — одна из наиболее изученных с точки зрения объектов биологического контроля бактериальных и грибковых заболеваний сельскохозяйственных культур групп микроорганизмов. Механизмы антагонистического взаимодействия псевдомонад и фитопатогенов включают прежде всего способность к синтезу широкого спектра антибиотических веществ, среди которых особое место занимают сидерофоры — вещества, хелатирующие железо и представляющие собой полипептид, связанный с флуоресцентным хромофором [39].

Ризосферные псевдомонады являются наиболее распространенными активными агентами биофунгицидов и представляют несомненный интерес для агробиотехнологии.

Бактерии, стимулирующие рост растений, могут оказывать свое действие прямо или косвенно. Прямая стимуляция обычно состоит в доставке растению какого-либо соединения, синтезируемого бактерией (это может быть, например, связанный азот), или растительного гормона. Кроме того, бактерии могут облегчать поглощение растением из окружающей среды некоторых веществ, например железа или фосфора. Косвенная стимуляция заключается в том, что бактерии уменьшают или предотвращают вредное влияние одного или нескольких фитопатогенных организмов — грибов или бактерий. Фитопатогены могут уменьшать урожайность сельскохозяйственных культур на 25–100%, что наносит огромный ущерб. Обычно для борьбы с ними используют химикаты. К сожалению, в большинстве случаев симптомы заболеваний у растений не проявляются достаточно долго, до тех пор, пока изменения в окружающей среде не вызовут размножения бактерий и не приведут к быстрому развитию болезни и к уничтожению всего урожая.

Контроль таких обширных эпидемий трудноосуществим и требует больших денежных затрат. Нормальный рост и здоровье растений определяются, в частности, сложными конкурентными взаимодействиями между разнообразными микроорганизмами, заселяющими семена, корни и наземные вегетирующие органы растений. Наиболее конкурентоспособные микроорганизмы, сумевшие занять такие ключевые ниши, как спермосфера, ризосфера (ризоплана) и филосфера (филоплана) растений, вступают, в свою очередь, в тесные взаимоотношения с растением-хозяином. Почва, пронизанная корневой системой растений, представляет собой сложную экологическую нишу, заселенную полезными, вредными и нейтральными для растений микроорганизмами [24].

Секрция клетками корневой системы растения питательных веществ повышает концентрацию в ризосфере бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей, нематод и простейших. В ризосфере много граммотрицательных бактерий, среди которых преобладают флуоресцирующие виды бактерий рода *Pseudomonas*, такие как *P. putida*, *P. fluorescens*, *P. aureofaciens (chlorarachis)*, *P. corrugata* и др. Некоторые штаммы этих бактерий способствуют значительному улучшению роста и развития растений. Их используют для создания биопрепаратов (содержащих живые клетки этих бактерий), которые защищают растения от фитопатогенов, стимулирующих их рост и повышающих продуктивность растений.

Практический интерес представляет также тот факт, что ризобактерии рода *Pseudomonas* наряду с другими свободноживущими и ассоциативными diaзотрофами (родов *Azotobacter*, *Bacillus*, *Klebsiella*, и *Azospirillum*) играют существенную роль как в ассоциативных, так и в симбиотических азотфиксирующих сообществах, улучшая, в частности, клубенькообразование у бобовых при совместном использовании с некоторыми штаммами *Rhizobium* и *Bradyrhizobium*. Перспективны также двух-, трех- и четырехкомпонентные микробные препараты, имеющие в составе бактерии, ризобактерии, микоризные грибы и биологические активные вещества [14].

Одно из свойств флуоресцирующих природных псевдомонад — способность к продуцированию вторичных метаболитов и экзоэнзимов только при достижении культурой высокой плотности клеток. С практической точки зрения представляется перспективным применение биопрепаратов PGPR, которые

продуцировали бы антибиотики и при низкой плотности клеток. Такие биопрепараты могут быть эффективными уже вскоре после инокуляции семян и в дальнейшем при умеренной плотности клеток популяции PGPR. Манипуляции с генами, вовлеченными в систему регуляции этих важнейших процессов, и использование генетически модифицированных микроорганизмов в опытах по генетической инженерии продемонстрировали возможность получения штаммов PGPR, образующих антибиотики при низкой плотности клеток [24].

Украинские ученые Кириченко и Коць в условиях вегетационных и полевых экспериментов оценивали эффективность комплексных биологических композиций бактериальной (азотобактер + агробактерии) и лектинбактериальной (азотобактер + лектин пшеницы) природы, созданных на основе штамма *Azotobacter chroococcum* T79, при инокуляции семян яровой пшеницы [10]. Ими было показано, что предпосевная бактериализация семян этими композициями оказывает положительное воздействие на компоненты системы «растение–почва–микроорганизмы», результатом чего является повышение зерновой продуктивности пшеницы до 18% и улучшение микробиологической характеристики почвы вследствие активного развития агрономически полезной азотфиксирующей микрофлоры. Установлены преимущества эффективности действия бинарных композиций по сравнению с монокультурами, что свидетельствует об их большей стабильности в природных агрофитоценозах.

В ряде случаев внедрение микробных бактериальных препаратов заметно осложняет проблема совмещения их с принятыми в данном хозяйстве технологиями растениеводства. При этом преимущество имеют биопрепараты с наиболее простым способом изготовления рабочих растворов или иных носителей и не требующие специальной техники для инокуляции посадочного материала и вегетирующих растений. Наиболее удачны в данном случае жидкие суспензионные препараты, растворенные в чистой воде в рабочих емкостях агрегатов, не требующие взбалтывания, отстаивания, фильтрации и не засоряющие неотфильтрованными взвешями опрыскивающее оборудование. Важными моментами являются гарантированный срок и условия хранения препарата, определяющие, в частности, возможность осуществить его закупку и доставку один раз на весь сезон, а остатки использовать и в следующем году [40].

В экономически развитых странах — США, Японии, Германии, Великобритании, Франции, Швейцарии — за последние 30 лет возникли и успешно развиваются целые отрасли промышленного производства микробиологических препаратов для сельского хозяйства [41].

Научно-технические достижения в области производств микробных препаратов характеризуются расширением их ассортимента [41–45].

Как отмечают Егоров и Чекакина, бактериальные биопрепараты комплексного действия, содержащие композиции непатогенных микроорганизмов, типичных представителей ризосферной зоны растений, позволяют изменить подходы в технологии растениеводства [46]. Эти препараты способны оздоровить корнеобитаемый слой почвы, снижая индекс содержания фитопатогенов, сдвинуть баланс органоминеральных соединений в сторону обогащения доступными формами азота и фосфора.

Изучением влияния микробиологических препаратов на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий *Agrobacterium radiobacter* (штамм № 10), *Azospirillum* (штамм № 6), *Klebsiella mobilis* (штамм № 880), эндомикоризного гриба *Glomus Intraradices* (штамм № 8) и их последствий на продуктивность овсяницы красной в зависимости от доз минеральных удобрений при возделывании на дерново-подзолистой почве в условиях Ленинградской области было установлено, что микробиологические препараты увеличили количество метелок у овсяницы красной сорта Шилис в 2006 г. на контрольном варианте с 8,3 до 12,2 штук/см², на малом фоне минеральных удобрений — с 5,8 до 11,0 и на среднем фоне — с 4,7 до 8,8 штук/см². Увеличилась и длина метелок — с 9,8 до 12,2, с 7,3 до 10,8 и с 7,3 до 9,8 см² соответственно созданным фонам. Достоверно повысилось количество колосков в метелке во всех вариантах опыта. Применение микробиологического препарата Агрофил в контрольном варианте без внесения минеральных удобрений увеличило массу семян с 10 метелок с 43,8 до 52,5 мг, а на малом фоне удобрений — с 36,8 до 44,4 мг [47].

Доктор Хига (Япония) является одним из ведущих специалистов по созданию комплексных микробиологических препаратов. Он первым предложил использовать в практике создания полимикробного препарата культуры, объединяющие различные роды и виды симбиотически сосуществующих аэробных и анаэробных регенеративных ми-

кроорганизмов-лидеров, которые получили название — эффективные микроорганизмы (ЭМ). Внесение ЭМ в любую органическую среду позволяет восстановить в ней динамическое равновесие и обеспечить нормальный рост растений, развитие живых организмов, восстановление экологического равновесия в окружающей среде [48]. Автор предлагает использовать в сельскохозяйственной практике препарат Кюссей ЭМ-1, изготовленный на основе смешанных культур полезных микроорганизмов, который используется для инокуляции почв и растений с целью повышения качества почвы и сельскохозяйственной продукции. В его состав входят молочнокислые бактерии, дрожжи, актиномицеты и некоторые фотосинтезирующие водоросли. Все указанные микроорганизмы сосуществуют друг с другом как в жидкой среде, так и твердых субстратах. Применение ЭМ-технологии усиливает эффективность использования других сельскохозяйственных технологий (севообороты, внесение органических и минеральных удобрений и др.) [48].

Создание научно обоснованных и экономически выгодных биотехнологий для повышения плодородия почв и фитосанитарной оптимизации агроэкосистем с использованием популяций эффективных микроорганизмов — чрезвычайно сложная задача. Эффективность таких технологий практически не может быть надежно спрогнозирована в условиях Узбекистана, поскольку зависит от количественного и качественного состава микробного ценоза, состава почвенного комплекса, устойчивости растительного организма, множества других биотических и абиотических факторов. Однако создание в достаточной степени гибкого методологического подхода к решению этой проблемы возможно. Подобный подход может быть основан на комплексном использовании штаммов микроорганизмов — антагонистов или их ассоциаций, обладающих высокой полифункциональной активностью, с различными экологическими характеристиками и эффективностью действия, хорошей конкурентоспособностью в естественных экосистемах [41–50].

Проведенные исследования последних лет в этой области свидетельствует об их перспективности. Впервые в Узбекистане Лазаревым была изучена эффективность бактериальных удобрений на посевах хлопчатника и люцерны [49]. Отмечено, что обработка бактериальным препаратом повышала урожай люцерны на 12–30%.

В последнее время активно ведутся работы по получению микробиологических

препаратов на основе местных штаммов ризосферных микроорганизмов, в частности симбиотических и свободноживущих diaзотрофных и фосформобилизирующих, а также микроорганизмов, обладающих био-контрольными свойствами.

В качестве примера можно привести работу по получению препарата Ер малхам-М на основе свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов *Azotobacter chroococcum* A-2 [50]. Полезными свойствами этого препарата являются стимулирующее действие на растения и антагонистическая эффективность по отношению к фитопатогенным грибам. Авторы утверждают, что использование препарата в местных почвенно-климатических условиях в конечном итоге приведет к получению стабильно высокого урожая хлопка-сырца и других сельскохозяйственных культур.

Препарат *Serhosil*, созданный Джуманиязовым и др. на основе ассоциации 3 видов зеленых микроводорослей рода *Scenedesmus* (*S. obliquus*, *S. acuminatus* и *S. quadricanda*), предназначен для обработки филлосферы растений [51].

Джуманиязовой и др. на основе ассоциации из 3 штаммов фосформобилизирующих бактерий *B. megaterium* BM-1, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26 разработано новое бактериальное удобрение *Fosstim-1* для технических культур (хлопчатник, сахарная свекла) [52]. Авторы отмечают, что применение этого комплекса на овощных культурах (огурцы и картофель) оказывает стимулирующее действие на развитие корневой системы и способствует накоплению микроклубней стимуляцией развития полезных микробных сообществ в ризосфере, повышающих коэффициент использования внесимых и почвенных запасов. Это приводит к улучшению корневого питания овощных культур за счет макро- и микроэлементов, повышению урожайности и качества овощной продукции без ущерба для почвенного плодородия. Авторами особо подчеркивается наличие эффективности даже при снижении нормы минеральных удобрений на 50 и 75%.

Известно бактериальное удобрение, которое содержит клетки штаммов бактерий *Bacillus subtilis* B-1, *Bacillus megaterium* BM-1, *Azotobacter chroococcum* A-2, *Pseudomonas putida* PP-1, *Streptomyces* UZGIT-1 [53]. Положительный эффект препарата объясняется наличием в ассоциации микроорганизмов-продуцентов, биологически активных соединений, которые улучшают корневое питание растений, а также оказывают

профилактическое влияние на некоторые заболевания растений во время всего вегетационного периода.

Было отмечено, что бактериальное удобрение на основе ассоциации бактериальных культур, которая включает *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* и *Bacillus subtilis*, на среде, содержащей угольные отходы, гидрофосфат аммония, хлопковый шрот или отходы помола зерна злаковых культур, положительно влияет на рост и развитие растений [54].

Известно также комплексное биоудобрение для растений, содержащее суспензию зеленых микроводорослей хлореллы и сценедесмуса, с дополнительным содержанием ила, биомассы пистии телорезовидной и харовых водорослей, при массовом соотношении 12-14:3-4:1-2:1-3 оно стимулирует рост основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Узбекистане. По мнению авторов, технический результат использования предлагаемого препарата состоит в возможности замены минеральных удобрений высокоэффективным, экологически полезным и экономичным биоудобрением [55].

Представляют также интерес исследования, направленные на получение комплексного микробиологического удобрения (КМУ), с бактериальными маточными культурами аэробных, аммонифицирующих и денитрифицирующих бактерий и питательной средой. Основу КМУ составляют аэробные бактерии, которые представлены видами: *Bacillus megaterium* (var. *phosphaticum*), *Bacillus mesentericus panis viacosi*, *Azotobacter galophilum*, *Azotobacter nigricans*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus micoedes*, *Bacillus brevis*, *Pseudomonas radiobacter*, *Pseudomonas stutzeri*, *Bacillus flavus*, *Bacillus denitrificum*, *Bacillus liquefaciens*, *Micrococcus agilis*, *Pseudobacterium rubricum*, *Rhizobium simplex*, *Bacillus cereus*. С действием этих микроорганизмов связано образование многих органических кислот, в частности лимонной, щавелевой, уксусной, молочной, подкисляющих почвенную среду. Эти микроорганизмы участвуют в гумусообразовании и минерализации органических кислот. В составе КМУ анаэробные бактерии представлены видами *Clostridium butricum*, *Clostridium pasterianum*, *Clostridium felsineum*, *Methanobacterium*, *Acetobacterium*, которые способны разлагать труднорастворимые органические соединения фосфора, обладают антагонистической активностью по отношению к фитопатогенным микроорганизмам. Денитрифици-

рующие и аммонифицирующие бактерии в этом биоудобрении представлены следующими видами: *Achromobacter delicatulum*, *Bacillus nitrificans*, *Cheomobacterium flavum*, *Cheromobacterium cheni*. Они способствуют денитрификации субстратов с газообразованием нитратов и аммиака, а также обладают аммонифицирующими свойствами.

В состав КМУ входят молочнокислые бактерии таких видов: *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus arabinosus*, *Bacillus lactomorbus*, *Lactobacillus casei*, а также микромицеты — *Penicillium canescens*, *Penicillium notatum*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus ustus*, *Trichoderma lignorum*, обладающие способностью разлагать труднодоступные органические соединения фосфора. Актиномицеты в этом препарате представлены видами *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*, *Actinomyces elephantis*. Они продуцируют в почве биологически активные вещества, синтезируют витамины В₁, В₃, В₆, В₁₂, инозит, РР, аминокислоты, глютаминовую кислоту, лизин, аланин, триптофан, а также антибиотические вещества. Водоросли видов *Chorella vulgaris*, *Scenedsmus obliquus*, при помощи фотосинтеза с использованием водорода и кислорода, участвуют в процессе образования почвы, являются азотофиксаторами, оказывают стимулирующее действие на рост растений и формирование органических веществ [56].

Следует также отметить комплексный препарат Вербактин — на основе штамма бактерий *Bacillus licheniformis* СКБ 268 и *Streptomyces roseoflavus* СКБ 158, предназначенный для борьбы с грибковыми болезнями хлопчатника. Авторы отмечают, что препарат имеет широкий спектр действия против вертициллезного увядания хлопчатника *Verticillium dahlia* Kleb., одновременно стимулирует рост и развитие растений. Особо подчеркивается, что срок хранения препарата наиболее продолжителен и экономически эффективен [57].

Зухридиновой были проведены исследования по выделению и отбору местных штаммов бактерий и микромицетов, обладающих ростстимулирующей способностью и являющихся перспективными для использования при выращивании растений кукурузы и хлопчатника. Были отобраны активные штаммы бактерий *Pseudomonas* sp.-2, оказывающие стимулирующее действие на рост и развитие растений, а также микромицеты *Fusarium moniliforme*-2 и *Fusarium moniliforme*-5 [58].

Нами подобран новый состав микроорганизмов, послуживший основой для получения биопрепарата «Замин». Исследования влияния этого препарата на продуктивность хлопчатника показали, что обработка растений микробной композицией ускоряет всхожесть до 95% (в контрольном варианте 85%), а бутанообразование происходит на 2–3 дня раньше, что увеличивает количество коробочек с 8–14 до 13–38 штук по сравнению с контролем. Установлено, что микробная композиция положительно влияет на появление настоящих листьев и высоту растений. Этот эффект объясняется кооперативным действием микроорганизмов-продуцентов и биологически активных веществ, улучшающих корневое питание и повышающих иммунитет растений [59].

По данным вышеупомянутых исследователей, микробиологические процессы в почве протекают с желаемой интенсивностью лишь в том случае, когда их обитатели находятся в активном состоянии. Среди микроорганизмов, населяющих почву, существуют особи, имеющие высокую метаболическую активность. Именно они представляют интерес для селекции и служат базой для получения высокоактивных штаммов для производства микробиологических удобрений.

Таким образом, анализ данных литературы и наши собственные исследования свидетельствуют о том, что комплексные микробные препараты могут быть эффективными лишь в определенных почвенно-климатических условиях. Такие препараты должны создаваться на основе комплексов микроорганизмов, адаптированных к условиям конкретного региона и агроклиматическим условиям. Экологическая и фитосанитарная ситуация почв нашей республики требует широкого использования средств биотехнологической продукции, поскольку увеличение пестицидной нагрузки приводит к загрязнению агрохимикатами и появлению резистентных форм возбудителей болезней и вредителей.

Исходя из этого с целью устойчивого управления земельными ресурсами в сельскохозяйственной практике уже несколько лет применяют биопрепараты на основе микроорганизмов.

Применение биотехнологий на основе высокоэффективных микроорганизмов позволяет предложить альтернативную стратегию экологически устойчивого земледелия, основанную на замене химикатов микробными препаратами. В связи с этим

создание препаратов — микробных комплексов из местных штаммов нашей республики, способных сохранять свои основные свойства

в экстремальных условиях, является перспективным и представляет большой теоретический и практический интерес.

REFERENCES

1. *Tikhonovich I. A., Kojemyakov A. P., Chebotar V. K.* Biopreparations in agriculture (Methodology and practice of microorganisms application in plant growing and crop production). Moscow: Rosselkhozakademiia. 2005, 154 p. (In Russian).
2. *Zvjagintsev D. G., Dobrovolskaja T. G., Babeva I. P., Chernov I. J.* Development of conceptions about the structure of soils microbial successions. *Pochvovedeniie*. 1999, N 1, 134–144. (In Russian).
3. *Dobrovolskaja T. T.* Structure of soils bacterial successions. Moscow: Academkniga. 2002. 281 p. (In Russian).
4. *Anderuk E. I., Antipchuk A. F., Rangelova V. N., Tantsjurenko E. V.* BTU — New complex preparation. *Microbiol. zh.* 1999, 60(2), 45–53. (In Russian).
5. *Titova L. V., Roj A. A., Bulavenko L. V., Kurdish I. K.* Combined bacterial preparation on the basis of loamy mineral sand compositions of soil microorganisms. *Biulleten Odes. nats. Un-ta*. 2001, V. 6, P. 305–308. (In Russian).
6. *Tihonovich I. A., Kruglov J. V.* Microbiological aspects of soil fertility and problem so sustainable agriculture. *Plodorodiie*. 2006, V. 5, P. 9–12. (In Russian).
7. *Volkogon V. V., Nadkernichna O. V., Kovalevska T. M.* Microbial preparations in agriculture: theory and practice. Kyiv: Ahrarna nauka. 2006, 312 p. (In Ukrainian).
8. *Kozar S. F., Nadkernichnyj S. P., Sherstoboev M. K., Patika V. P.* Development of complex biopreparations for soil restoration. *Biul. in-tu s.-kh. mikrobiologii*. 1998, V. 2, P. 30–33. (In Ukrainian).
9. *Patika V. P.* Perspectives and advancement of microbial nitrogen-fixation. *Materials of the International Conference “Plants ontogenesis, biological fixation of molecular nitrogen and nitrogen metabolism”*, Ternopil, 2–5 October 2001, P. 111–115. (In Ukrainian).
10. *Kyrychenko E. V., Kots S. J.* Use of *Azotobacter chroococcum* for development of complex biological preparations. *Biotechnologija*. 2011, 4(3), 74–81. (In Russian).
11. *Titova L., Leonov N., Verhoturova I., Pindrus A., Antipchuk A., Iutinskaya G.* Complex biopreparations for wheat productivity increase and their effect on microorganisms. *Stiinta agricola*. 2009, N 2, P. 12–18. (In Russian).
12. *Larocque J. R., Bergholz P. W., Baqwell C. E., Lovell C. R.* Influence of host plant-derived and abiotic environmental parameters on the composition of the diazotroph assemblage associated with roots of *Juncus roemerianus*/ *Juncus roemerianus*. *Antonie van Leeuwenhoek*. 2004, 86(3), 249–261.
13. *Kozar S. F., Nadkernichnyj S. P., Sherstoboev M. K., Patika V. P.* Development of complex biopreparations for soil restoration. *Biulleten in-tu s.-kh. mikrobiol.* 1998, V. 2, P. 30–33. (In Ukrainian).
14. *Morgun V. V., Kots S. Y., Kirichenko O. V.* Growth stimulating rhizobacteria and their practical application. *Fiziol. biokhim. kult. rastenii*. 2009, 41 (3), 187–207. (In Russian).
15. *Antipchuk A. F., Kantseljaruk R. M.* The effect of *Azotobacter* on cucumber seeds germination. *Mikrobiol. zh.* 1985, 47 (2), 19–23. (In Russian).
16. *Antipchuk A. F., Rangelova V. M., Tantsyurenko O. V., Shevchenko A. I.* The effect of *Azotobacter* on yield and quality of sugar beet. *Mikrobiol. zh.* 1997, 59 (4), 90–95. (In Ukrainian).
17. *Kots S. Y., Titova L. V.* Efficacy of rhizosphere diazotrophs preparations at spring wheat growing. *Zhivlennia roslyn: teoriia i praktyka* (Proceedings devoted to century from the day of birth of ANRURSR and VASGNIL named after P. A. Vlasyuk). Kyiv: Lohos. 2005, P. 245–253. (In Ukrainian).
18. *Hovaniskaja S. S., Lisitskaja T. B.* Bacteria stimulating plants growth: screening and associations on their basis. *4-th Moscow International Congress Biotechnology: status and perspectives of development Congress proceedings*. Moscow, 12–16 March, 2007. P. 2013. (In Russian).
19. *Patent. 2322061 MPK⁷A01N63/00 C12N 1/20.* Biopreparation for agricultural crops yield increase and production quality improvement. *Afanasyev Ye. N., Tyumenceva I. S., Afanasyeva Ye. Ye., Afanasyev N. Ye.* Russia. April 20, 2008.
20. *Strunnikova O. K., Shakhnazarov V. Ju., Vishnevskaya N. A., Chebotar V. K., Tikhonovich I. A.* Interactions between *Fusarium culmorum* and *Pseudomonas fluorescens* in the rhizosphere of barley. *Mikol. fitopatol.* 2008, V. 1, P. 70–77. (In Russian).
21. *Antipchuk A. F., Skochinkaja N. N.* To the question about colonizing ability of *Azotobacter* genus bacteria beet. *Mikrobiol. zh.* 1993, 55 (3), 44–47. (In Russian).
22. *Lui Xuming, Zhao Hongxing, Chen Sanfeng.* Colonization of maize and rice plants

- by strain *Bacillus megaterium* C4. *Curr. Microbiol.* 2006, 52 (3), 186–190. (In Russian).
23. Gonsales Juan E., Marketon Melanie M. Quorum sensing in nitrogen-fixing rhizobia. *Microb. Mol. Biol. Rev.* 2003, 67 (4), 574–592.
 24. Boronin A. M., Kochetkov V. V. Biological preparations on the basis of *Pseudomonas*. *AgroXXI*. 2000, V. 3, P 3–5 (In Russian).
 25. Rodynjuk I. S. Nitrogen biological fixation. *Novosibirsk: Nauka*, 1991, 142 p. (In Russian).
 26. Zavalin A. A. Biopreparations, fertilizers and yield. *Moscow: VNIIA*. 2005, 302 p. (In Russian).
 27. Shevelukha V. C. Plants growth and its regulation in ontogenesis. *Moscow: Kolos*. 1992, 594 p. (In Russian).
 28. Belimov A. A., Ivanchikov A. J., Judkin L. V. Characterization and introduction of the new strains of associative growth stimulating bacteria dominating in barley seedlings rhizoplana. *Mikrobiologiya*. 1999, 68 (3), 392–397. (In Russian).
 29. Belimov A. A., Kojemiakov A. P., Chuvarlijeva C. V. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate-solubilising bacteria. *Plant Soil*. 1995, V. 173, P. 29–37.
 30. Kunakova A. M. Interaction of associative bacteria with plants at different agroecological conditions. *Synopsis of PhD. VNISM. SPb.* 1998, 20 p. (In Russian).
 31. Kravchenko L. V. The role of root exometabolites in integration of microorganisms with plants. *Dr. of Sci. dissertation.: 03.00.07. VNISM. SPb.* 2000, 45 p. (In Russian).
 32. Shabaev V. P. The role of biological nitrogen in “soil-plant” system at rhizosphere microorganisms application. *Dr. of Sci. dissertation.: In-t fiziko-khim. i biol. problem v pochvoved.* 2004, 46 p. (In Russian).
 33. Lukin S. A., Kozhevnikov P. A., Zvjagintsev L. G. *Azospirillum* and associative nitrogen fixation of non legume cultures in practice of agriculture. *Sielskokhoziaystvennaia biologiya*. 1987, V. 1. P. 51–58. (In Russian).
 34. Kozhemjakov A. P., Hotjanovich A. V. Perspectives of biopreparations on the basis of associative nitrogen fixing microorganisms application in agriculture. *Biulleten. VIUA*. 1997, V. 110, P. 4–5. (In Russian).
 35. Volkogon V. V. The methods of associative nitrogenfixation regulation. *Biulleten Institutu silskohospodar. mikrobiol. Chernihiv*. 1997, P 17–19. (In Russian).
 36. Vassyuk L. F., Kojemyakov A. P., Popova T. A. *European J. Of Plant Pathology*. 1995, P. 1310.
 37. Kozhemjakov A. P., Tikhonovich I. A. The application of legume inoculants and biopreparations with complex activity in agriculture. *Doklady Rosselkhozakademii*. 1998, V. 6, P. 7–10 (In Russian).
 38. Makarov P. N. Features of growth processes in formation of efficiency of a winter cherry depending on a breed, way of cultivation and application of associative bacteria strains. *Synopsis of PhD. SPb.: VIR*. 2002, 18 p. (In Russian).
 39. Glik B., Pasternak G. Molecular biotechnology. Principles and application. Transl. from Eng. *Moscow: Mir*. 2002, 589 p. (In Russian).
 40. Chebotar B. K., Zavalin A. A., Kiprushkina E. I. Efficacy of Extrasol bioreparation application. *Moscow: Rosselkhozakademii*. 2007, 216 p. (In Russian).
 41. Novikova I. I. Biological basis of creation and application of polyfunctional biopreparations on the basis of microbes-antagonists for phytosanitar optimization of agroecosystems. *Dr. of Sci. dissertation.: 06.01.04. VNIIZR. SPb.* 2005. 792 p. (In Russian).
 42. Kandybin N. V., Smirnov O. V. Microbial preparations for agricultural crops pest control. *AgroXXI*. 1997, V. 3. P. 14–15. (In Russian).
 43. Korobkova T. P., Ivanitskaja L. P., Drobysheva T. N. Current state and perspectives of antibiotics application in agriculture. *Antibiotiki i meditsinskaja biotekhnologiya*. 1987, V. 8, P. 563–571. (In Russian).
 44. Lobanok A. G., Zalashko M. V., Anisimova N. I. Biotechnology for agriculture. *Minsk*: 1988, 199 p. (In Russian).
 45. Popov F. A. Commercial preparations on the basis of *Bacillus subtilis*. «Zashita rasteniy», *Minsk: Uradzhay*. 1990, P. 120–128. (In Russian).
 46. Egorov I. V., Chekasina E. V. Rebirth of agricultural production of Russia. Proceedings of the 2 international symposiums to the memory of P. G. Kuznecov. 2002, N 7–8, P. 31–32. (In Russian).
 47. Malashin S. N. The influence of associative nitrogen fixing microorganisms on productivity of red meadow in north-west of Russian Federation. *Synopsis of PhD. s.kh. nauk: 06.01.04. Leningradskiy NIISKHRA. SPb.* 2009, 101 p. (In Russian).
 48. Chiga T. Regenerated future. Transl. from Japan by V. M. Haykov and I. V. Yugov. *Vladivostok: Dalnauka*. 2010, 280 p. (In Russian).
 49. Lazarev S. F. About the efficiency of bacterial fertilizers at cotton and alfalfa crops. *Khlopkovodstvo*. 1958, V. 6. (In Russian).
 50. Shurigin V. V., Lyan Yu. V., Davranov K. Properties of *Azotobacter crococcum* A-4 bacteria. *Uzbek. biol. zh.* 2012, V. P. 20–23. (In Russian).
 51. Patent. IAP 20100618. Association of green algae of *Scenodesmus* genus for application in

- plant growing. *Djumaniyasov I., Yuldasheva Ch. E., Djumaniyasova G. I., Yakubov Ch. F., Zaripov R. N., Berejnova V. V., Yusupov Ch. Uzb.* 2010.
52. *Djumaniyasova G. I* Phosphorus mobilizing bacteria and biopreparations on their basis. *Dr. of Sci. Dissertation: 03.00.07.-03.00.23. Institut mikrobiologii ANSUZ. Tashkent, 2012. 101 p. (In Russian).*
53. *Patent. IAP 04660.* Bacterial fertilizer and the way of its acquisition. *Davranov K. Uzb.* January 19, 2013.
54. *Patent. IAP03807.* The way of fertilizer acquisition. *Mavlyanova F. M., Mavlyanov N. G., Mavlyanov E. N., Mavlyanov O. E., Mavlyanov P. N., Mavlyanov G. N. Uzb.* November 28, 2008.
55. *Patent. IAP20030291.* Biofertilizer. *Djumaniyasov I., Djumaniyasova G. I., Egjemov S. S., Yusupov B. Yu., Kulbekov M. T., Iskandarov Sh. E. Uzb.* March 11, 2003.
56. *Patent. IAP 02430.* Complex microbiological fertilizer and the way of its acquisition. *Abduazizov M. N., Baybaev B. Uzb.* June 30, 2004.
57. *Patent. IAP 2012 0370 8A 01N.* Microbial preparation Verbaktin for biocontrol of fungi diseases and stimulation of cotton growth. *Khodzhibaeva S. M., Zolotilina G. D., Fedorova O. A., Karimova H. M., Hamidova H. M., Abdullaev N. D., Tashpulatov Z. Z., Gulyamova T. G. Uzb.* March 31, 2014.
58. *Zuhriddinova N. J.* Microbial growth stimulators and their influence on agricultural crops. *Synopsis of PhD. Institut mikrobiologii ASRUZ, Tashkent, 2008. 23 p.*
59. *Murodova S. S., Gafurova L. A., Fajzullaev B. A., Chuzhanazarova M. K.* The effect of microbial composition on cotton productivity. *Agro XXI. 2008, V. 10–12, P. 38–39 (In Russian).*

КОМПЛЕКСНІ МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ. ЗАСТОСУВАННЯ В СІЛЬСЬКОГОСПО- ДАРСЬКІЙ ПРАКТИЦІ

*С. С. Муродова
К. Д. Давранов*

Національний університет Узбекистану
імені Мірзо Улугбека, Ташкент

E-mail: ssmuradova@rambler.ru

Проаналізовано дані літератури та власні дослідження авторів щодо створення комплексних мікробних препаратів та їх застосування в сільськогосподарській практиці Узбекистану. Біотехнології на основі місцевих високо-ефективних штамів мікроорганізмів дали змогу розробити альтернативну стратегію екологічно сталого землекористування, що ґрунтується на частковій заміні хімікатів мікробними препаратами. Створення нових видів біопрепаратів — мікробних комплексів із місцевих бактеріальних штамів, здатних краще зберігати свої основні властивості за екстремальних умов, є перспективним порівняно із застосуванням імпортованих препаратів і становить великий теоретичний і практичний інтерес.

Ключові слова: комплексні мікробні препарати, ризосферні бактерії, що стимулюють ріст рослин.

COMPLEX MICROBIAL PREPARATIONS. THE APPLICATION IN AGRICULTURAL PRACTICE

*S. S. Murodova
K. D. Davranov*

MirzoUlugbek National University
of Uzbekistan, Tashkent

E-mail: ssmuradova@rambler.ru

Analysis of literature data and authors researchers on application of complex microbial preparations in agricultural practice of Uzbekistan for the purpose of soils fertility increase was the aim of the review. Application of biotechnologies on the basis of highly effective microorganisms allows offering the alternative strategy of ecologically steady land usage based on chemicals substitution by microbial preparations.

Synthesis of preparations — microbial complexes from local bacterial strains, with are capable to keep the basic properties under extreme conditions is perspective direction that represents theoretical and practical interest.

Key words: complex microbial preparation, rhizosphercial bacteria stimulating growth of plants.