

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной
микробиологии»

РЕФЕРАТ-ПРЕЗЕНТАЦИЯ

«Эколого-генетические основы создания, производства и применения
микробиологических препаратов для перехода к агрохозяйству с минимальным
экологическим риском»

№	Ф.И.О. авторов, ученые степени и звания, должности по основному месту работы
1.	Проворов Николай Александрович, доктор биологических наук, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ) - руководитель работы
2.	Чеботарь Владимир Кузьмич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии микробных препаратов ФГБНУ ВНИИСХМ
3.	Кожемяков Андрей Петрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий ФГБНУ ВНИИСХМ
4.	Лактионов Юрий Владимирович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий ФГБНУ ВНИИСХМ
5.	Нижников Антон Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории протеомики надорганизменных систем ФГБНУ ВНИИСХМ
6.	Сафронова Вера Игоревна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ОСХН РАН (ВКСМ) ФГБНУ ВНИИСХМ
7.	Яхно Виталий Валерьевич, без степени, заместитель директора по инновационно-производственной деятельности ФГБНУ ВНИИСХМ
8.	Завалин Алексей Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, начальник Сектора земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства Отдела сельскохозяйственных наук РАН
9.	Ерофеев Сергей Викторович, без степени, заместитель генерального директора ООО «Бисолби-Интер» по производству
10.	Ибатуллина Римма Петровна, кандидат биологических наук, директор ООО «НПИ «Биопрепараты», Республика Татарстан

Представленный в заявке комплекс фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских работ посвящен формированию микробиологических, генетических и технологических основ создания микробных препаратов, обеспечивающих переход сельского хозяйства к использованию высокопродуктивных, экологически чистых и ресурсосберегающих технологий земледелия и растениеводства. С этой целью во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии сформулирована концепция генетического конструирования микробно-растительных симбиозов, в которых основные трофические и защитные функции растений выполняют микробные препараты, в значительной степени или полностью замещающие химические удобрения и средства защиты. Авторами разработаны уникальные методы селекции микроорганизмов, осуществляющих полезные для растений функции. Впервые предложены генетические подходы для конструирования симбиотических микроорганизмов, а также идентифицирован ряд генов, кодирующих хозяйственно-ценные микробные функции, включая позитивные и негативные регуляторы симбиотической азотфиксации, а также гены синтеза фитогормонов и факторов биоконтроля антагонистов растений.

Создана и генетически охарактеризована уникальная коллекция (более 10 тыс. генотипов) полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения. Разработаны молекулярные методы их идентификации и паспортизации, которые позволяют осуществлять мониторинг штаммов в экосистемах, а также контролировать генетическую безопасность использования модифицированных микробных форм. Впервые показана возможность использования микросимбионтов реликтовых и эндемичных растений для выделения хозяйственно-ценных штаммов и поиска генов, пригодных для использования в генно-инженерных программах. Коллекционные штаммы размещаются на Станции низкотемпературного автоматизированного хранения биологических образцов (Liconic Instruments,

Лихтенштейн), при создании которой использовались новейшие разработки в области робототехники, компьютерных и криогенных технологий.

На основе полученных штаммов симбиотических и ассоциативных бактерий созданы и апробированы препараты, обеспечивающие растениям широкий спектр трофических (фиксация азота, ассимиляция нерастворимых почвенных фосфатов), защитных (биоконтроль фитопатогенных бактерий и грибов, насекомых-фитофагов и мышевидных грызунов) и антистрессовых (устойчивость к засухе, засолению, загрязнению почвы тяжелыми металлами и радионуклидами) функций. Наиболее эффективными и широко применяемыми препаратами являются Ризоторфин (на основе различных видов клубеньковых бактерий) и препараты ассоциативных бактерий – Агрофил и Ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter*), Флавобактерин (*Flavobacterium*), Мизорин (*Arthrobacter mysorens*). При использовании ризоторфина урожайность бобовых повышается в среднем на 40-50%, в отдельных случаях прибавки могут достигать 100% и более, что позволяет ограничиваться при возделывании большинства бобовых культур стартовыми дозами азотных удобрений. При использовании препаратов ассоциативных бактерий рекомендуемые дозы азотных удобрений можно снижать для зерновых культур на 20-30%, для овощных – на 20-25%. Это связано как с фиксацией атмосферного азота (25-40 кг/га/год), так и с повышением на 15-30% коэффициентов использования азота почв и удобрений.

Проведена комплексная оценка биологической и агрономической эффективности применения микробных препаратов на различных сельскохозяйственных культурах в основных почвенно-климатических зонах РФ. Показано, что использование разработанных препаратов повышает плодородие почв, способствуя ее очистке от патогенов и ксенобиотиков. В результате проведенных исследований создан банк данных об эффективности биопрепаратов на широком круге сельскохозяйственных культур. Применение математических методов анализа полученных данных позволило

количественно оценить вклады генотипов микроорганизмов и растений, а также агроклиматических факторов в определение эффективности биопрепаратов. На основе созданной бета-версии программного обеспечения создана методика прогнозирования эффективности препаратов на сельскохозяйственных культурах, возделываемых в различных регионах РФ.

Впервые в мире разработаны препараты эндофитных бактерий рода *Bacillus*, которые повышают урожайность зерновых, овощных и плодово-ягодных культур на основе рост-стимулирующей и фито-протекторной активностей (Экстрасол, БисолбиСан). Идентифицированы микробные метаболиты (липopeптиды, липополисахариды, фитогормоны, сидерофоры, салициловая кислота), активация синтеза которых способствует повышению эффективности препаратов.

Предложены оригинальные генетические методы создания и технологические приемы использования препаратов инсектицидных (*Bacillus thuringiensis*) и родентицидных (*Salmonella enteritidis*) бактерий для биоконтроля вредителей растениеводства. Геномный анализ позволил выявить у этих бактерий ряд генов, обеспечивающих высокоэффективное и избирательное действие на вредителей и исключающих инфицирование сельскохозяйственных животных и человека. На основе коммерческих штаммов *B. thuringiensis* созданы новые полифункциональные микробные инсектициды, которые сочетают биоконтрольные и рост-стимулирующие функции, обусловленные продукцией сидерофоров, индол-3-уксусной кислоты, 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат-деаминазы, а также ферментов, растворяющих минеральные фосфаты.

Разработаны новые высокотехнологичные формы микробных препаратов, включая генетически стабильные и удобные в применении жидкие формы. Созданы технологии оптимального сочетания этих препаратов с применением химических удобрений и средств защиты растений.

Разработанные в ФГБНУ ВНИИСХМ микробиологические препараты различного функционального назначения, позволяют разрабатывать

экологически безопасные агротехнологии, по своим характеристикам превосходят имеющиеся отечественные аналоги и являются конкурентоспособными на мировом рынке. На примере ООО НПИ «Биопрепараты» (Республика Татарстан) создана модель организации регионального производства и внедрения микробных препаратов для экологически безопасного и ресурсосберегающего земледелия и растениеводства.

За период с 2016 по 2020 г. реализовано 2,7 млн. литров микробиологической продукции, разработанной во ВНИИСХМ, которыми обработано более 9 млн. га посевных площадей. Ежегодно свыше 1000 отечественных сельхозпроизводителей обрабатывают посевные площади с применением микробиологических препаратов института. При средней стоимости инокулянта 300 руб. на 1 га порцию, экономический эффект в виде сокращения затрат на азотные минеральные удобрения составит минимум 550 руб. с 1 га. Активно ведётся работа с зарубежными партнёрами - объём отгруженной продукции в страны СНГ и ЕС на 2020 год составил 144 000 л.

За последние пять лет российский рынок микробиологических препаратов для растениеводства вырос более, чем в три раза. Учитывая, что в России микробными препаратами обрабатывают лишь около 5% посевных площадей, перспективы дальнейшего внедрения разработок ВНИИСХМ огромны. Благодаря вступившему в силу с 01.01.2020 г. федеральному закону «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» потенциал применения биопрепаратов в ближайшей перспективе значительно вырастет. Прогнозный рост потребления микробиологических препаратов в растениеводстве составляет 50 000 т. ежегодно, а объём рынка к 2025 г. оценивается в 10 млрд. руб. Данный потенциал позволяет говорить о перспективности развития десятков региональных производств биопрепаратов ВНИИСХМ, что позволит организовать сотни новых высокопроизводительных рабочих мест, принесёт

дополнительные финансовые поступления в региональные бюджеты и увеличит долю использования отечественной биопродукции в сельскохозяйственной отрасли страны.

Таким образом, во ВНИИСХМ осуществляется полный цикл научных и технологических работ – от фундаментальных эколого-генетических исследований, проводимых на самом современном методическом уровне, до их широкомасштабного применения в экологически безопасном агропроизводстве.