

**АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ**

*На правах рукописи*

**УДК 631.461.2.7:631.86/87**

**Джуманиязова Гульнара Исмаиловна**

**ФОСФОРМОБИЛИЗУЮЩИЕ БАКТЕРИИ  
И БИОУДОБРЕНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ**

**03.00.07 – Микробиология**

**03.00.23 – Биотехнология**

**Д и с с е р т а ц и я  
в форме научного доклада на соискание  
ученой степени доктора биологических наук**

**Ташкент – 2012**

Работа выполнена в лаборатории почвенной микробиологии Института микробиологии Академии Наук Республики Узбекистан.

**Научный консультант:** Доктор биологических наук, академик  
**Арипов Тахир Фатихович**

**Официальные оппоненты:** Доктор биологических наук  
**Назаров Ринат Саидович**

Доктор биологических наук, профессор  
**Константинова Людмила Григорьевна**

Доктор биологических наук, профессор  
**Шоякубов Рискали Шоякубович**

**Ведущая организация:** Институт генетики и экспериментальной биологии растений АН РУз

Защита состоится « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г. в \_\_\_\_\_ ч. на заседании Специализированного совета Д 015.02.01 по присуждению ученой степени доктора биологических наук при Институте микробиологии АН РУз по адресу: 100128, г. Ташкент, ул. А. Кадыри, 7<sup>б</sup>.

телефон (+99871) 241-92-28;

факс (+99871) 241-92-27.

E-mail: axtam75@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института микробиологии АН РУз.

Диссертация разослана « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Ученый секретарь  
Специализированного совета,  
кандидат биологических наук

Насметова С.М.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

**Актуальность работы.** Одной из глобальных экологических проблем земледелия всего мира является проблема зафосфаченности почв, которая возникла в результате ежегодного внесения в почвы под сельскохозяйственные культуры большого количества фосфорных удобрений. Коэффициент использования фосфора из удобрений невысок и составляет всего 10-20% от вносимого количества, остальная же его часть, реагируя с комплексами почвы, переходит в нерастворимые в воде и недоступные для растений соединения. При этом нарушается фосфатный режим почв, который приводит к дефициту доступного фосфора и в результате:

- снижается активность полезных микроорганизмов в почве (особенно азотного цикла – нитрификаторов, азотобактера, целлюлозоразлагающих);
- нарушается баланс питательных биогенных (азот, калий) и других макро-микроэлементов (Ca, Mg, Zn);
- снижается эффективность фотосинтеза, дыхания, задерживается корнеобразование, рост и развитие растений;
- создаются благоприятные условия для развития микроскопических грибов в почве, в том числе и фитопатогенов;
- повышается поступление в растения тяжелых металлов;
- снижается плодородие почвы, т.к. существует прямая корреляция между плодородием и фосфатным режимом почв;
- снижается способность почвы и растений удерживать воду;
- снижается урожайность сельскохозяйственных культур и их качество.

Улучшение фосфатного режима почв и фосфорного питания растений крайне необходимо в связи с тем, что при фосфорном голодании заметно снижается эффективность всех других питательных элементов – тормозится поглощение азота, калия, вносимого с удобрениями, а также макро- и микроэлементов корнями растений и передвижение их в надземные органы.

По данным Туевой О. Ф. [1996] недостаток фосфора в начальный период развития отрицательно сказывается на росте и развитии растений в течение всего вегетационного периода, и, в конечном счете, на урожайности и качестве продукции, даже если в последующие периоды роста растения были хорошо обеспечены фосфором. При недостатке фосфора азот не полностью включается в состав белков, нуклеиновых кислот и других соединений, а частично содержится в растениях в виде нитратов и нитритов, что ухудшает качество продукции (Персикова Т.Ф., 2002).

Процесс биологической трансформации фосфора в почвах Узбекистана практически не изучен, нет конкретных путей и методов направленного регулирования процессов, связанных с превращением фосфора и использованием его растениями, в связи с чем ежегодно сельскому хозяйству наносится большой ущерб.

Одним из перспективных путей решения проблемы зафосфаченности почв является микробиологическая трансформация труднорастворимых фосфорсодержащих соединений. Известно, что некоторые почвенные микроорганизмы способны в результате своей жизнедеятельности выделять различные органические кислоты и ферменты и, находясь в симбиотических взаимодействиях с корневыми системами растений и другими микроорганизмами, они могут увеличивать содержание растворимого фосфора в почве, легкоусвояемого растениями. Поэтому разработка биотехнологии получения и применения эффективных и экологически безопасных биоудобрений на основе фосформобилизующих бактерий, способных к утилизации накопленных запасов нерастворимых соединений фосфора в почве и повышению эффективности применяемых фосфорных удобрений является актуальной задачей современной почвенной микробиологии и биотехнологии.

**Степень изученности проблемы.** В настоящее время в ряде стран разрабатываются и внедряются методы микробиологической мобилизации фосфатов почвы и достигнуты уже определенные успехи в практическом применении соответствующих микроорганизмов. Большинство работ посвящено изготовлению препаратов на основе везикулярно-арбускулярных микориз (ВАМ). Эндомикоризные грибы – облигатные симбионты из семейства *Endogonaceae*, родов: *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocystus* обладают свойством переводить труднодоступный фосфор почв и удобрений в подвижный (М.В. Базилинская, 1989). Сравнительно меньше работ посвящено свободноживущим микроорганизмам – кислотообразователям и фосфатазоактивным штаммам бактерий *p. Beijerinckia*, *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Bradyrhizobium*, *Escherichia* и актиномицетам *p. Streptomyces*.

Однако имеются литературные данные и о том, что эффект от их использования имеет нестабильный характер, так как на эффективность применения биоудобрений влияет целый ряд факторов, обусловленных как режимом культивирования штаммов микроорганизмов, препаративной формой удобрения, способами и сроками хранения, а также свойствами самой почвы (Терещенко Н.Н., 2004). Поэтому очень важным моментом в получении стабильного положительного эффекта от применения биоудобрений на основе фосформобилизующих бактерий является изучение направленности микробиологических процессов в почве, от которых зависят изменения в катионно-анионном составе в почвенном поглощающем комплексе и в питании растений. Далек не ясной остается также роль почвенной микрофлоры в динамике фосфатов, ее влияние на передвижение фосфатов в почве, недостаточно изучены механизмы взаимоотношений в системе почва – микроорганизмы - растение. В этой связи особое значение приобретают вопросы формирования научных основ производства биоудобрений из фосформобилизующих бактерий и воспроизводства плодородия почв за счет комплексного использования биологических приемов в современных системах земледелия.

### **Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.**

Диссертационная работа выполнена в период докторантуры и в рамках 6 Государственных и 2 международных проектов (1999-2010 гг.):

1) Проект ГНТП П -11.1.31. «Восстановление эффективного плодородия почв и повышение урожайности сельскохозяйственных культур» (2003-2005 гг.).

2) Международный проект UB ARS 17 «Разработка биологических и агротехнических методов возделывания хлопчатника с целью получения экологически чистого урожая хлопка-сырца» (2003-2005 гг., совместно с УзНИИ Хлопководства МСВХ Узбекистана и Департаментом сельского хозяйства США).

3) Проект ГНТП П-13.35 «Исследование и разработка с помощью изотопа Р-32 биометодов, улучшающих фосфатный режим почвы» (2003-2005 гг., проект Института Ядерной Физики АН РУз).

4) Международный проект STCU № 3200 «Разработка новых поверхностно-активных полифункциональных регуляторов для сельского хозяйства и очистки окружающей среды» (2004-2007 гг.).

5) Проект ГНТП А-6-074 «Разработка биотехнологии получения и применения новых бактериальных удобрений на основе фосформобилизирующих ризобактерий» (2006-2008 гг.).

6) Проект ГНТП А-8-042. «Разработать систему применения минеральных, органо-минеральных и микробиологических удобрений под тыквенные культуры (арбузы, огурцы) с целью получения экологически чистой продукции» (2006-2008гг., проект УзНИИ овоще-бахчевых культур и картофеля МСВХ).

7) Инновационный проект ФА-И1-Т051 «Новые микробные биотехнологии для повышения плодородия почв и урожайности хлопчатника в Кашкадарьинской области» (2009-2010гг.).

8) Проект ГНТП КХА-8-008 «Разработать агробиологическую систему питания картофеля с целью повышения урожайности, качества и сохранности продукции для различных почвенно-климатических зон республики» (2009-2011гг., проект УзНИИ овоще-бахчевых культур и картофеля МСВХ).

**Цель исследования.** Поиск, выделение, скрининг и изучение свойств фосформобилизирующих бактерий, разработка биотехнологии получения и применения новых экологически безопасных биоудобрений на их основе, определение биологической и экономической эффективности на различных сельскохозяйственных культурах.

#### **Задачи исследования:**

1. Поиск и выделение фосформобилизирующих бактерий из почвы и ризосферы сельскохозяйственных культур, скрининг активных штаммов по кислотообразованию и фосфатазной активности.
2. Изучение свойств, характеризующих эффективность штаммов-интродуцентов, определение их биотехнологического потенциала. Отбор наиболее перспективных производственных штаммов.

3. Изучение культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств активных штаммов, их идентификация. Определение технологичности штаммов и оптимизация условий их культивирования. Разработка биотехнологии получения и использования новых бактериальных удобрений на основе фосформобилизующих бактерий.
4. Разработка биотехнологии получения и применения нового биоорганического удобрения (биокомпоста) на основе растительных остатков и фосформобилизующих бактерий. Изучение микробиологических процессов и их направленности в динамике в течение компостирования. Изучение микробного сообщества, ферментного и агрохимического состава готового биокомпоста и определение его экологической безопасности.
5. Изучение влияния интродуцированных фосформобилизующих бактерий на динамику численности микробного сообщества по основным таксономическим группам почвенных микроорганизмов под различными сельскохозяйственными культурами и в разных природно-климатических зонах и фонах удобрений.
6. Изучение влияния интродукции фосформобилизующих бактерий на динамику агрохимического состава и биохимических свойств почв под различными культурами.
7. Изучение механизма действия новых биоудобрений – взаимоотношений в системе почва-микроорганизмы-растения. Разработка научно-аргументированных элементов технологии применения комплекса биоудобрений – определение оптимально-эффективных доз, способов и сроков применения. Оценка эффективности опытных партий биоудобрений на различных сельскохозяйственных культурах – урожайность и продуктивность. Разработка практических рекомендаций по применению биоудобрений.

**Объект и предмет исследования.** *Микроорганизмы:* местные штаммы фосформобилизующих почвенных и ризосферных бактерий; *типы почв:* типичные и светло-сероземные, сероземно-луговые, лугово-аллювиальные и такырные; *удобрения* – минеральные, органические, биологические; *сельскохозяйственные культуры:* технические (хлопчатник сортов С-6524, Ак-Дарья 6, Ан Баяут2, Бухара 6, сахарная свекла сорта Рамонская); овощные (огурцы сорта Навруз, картофель сортов Диёра и Санте).

**Методы исследований.** Микробиологические, биохимические, изотопные ( $^{32}\text{P}$ ), нейтронно-активационные, фотоколориметрические, хроматографические, агрохимические, фенологические, биометрические.

**Достоверность и обоснованность.** Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью электронных таблиц Microsoft Excel с использованием статистических критериев Стьюдента (Лакин Г.Ф., 1990). Данные учета урожайности и основные сопутствующие исследования подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1979).

**Гипотеза исследования.** Применение фосформобилизующих бактерий для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур способствует увеличению количества фосфолипидов в растительной клетке.

**Основные положения выносимые на защиту:**

1. Выделенные из почв и ризосферы сельскохозяйственных культур новые активные штаммы фосформобилизующих бактерий *B. megaterium* BM-1, *B. polymyxa* BP-700 и *B. subtilis* BS-26 переводят труднодоступные почвенные минеральные (трикальцийфосфат) и органические (фитин) фосфаты в усвояемые растениями формы.

2. Наличие у активных штаммов фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* биосурфактантов липидной природы обуславливает ростстимулирующую и корнеобразующую способность растений и антагонистическую активность по отношению к фитопатогенным грибам *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* и *Alternaria alternata*, вызывающих вертициллезный и фузариозный вилт, корневую гниль и альтернариоз с/х культур.

3. Созданные новые бактериальные удобрения серии Fosstim на основе фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* предназначены для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур и могут быть использованы в качестве биофунгицидов взамен химическим фунгицидам.

4. Разработанная биотехнология получения новых бактериальных удобрений серии «Fosstim» основана на использовании новых экономически эффективных питательных сред, состоящих из водного экстракта биокомпоста и птичьего помета для массового культивирования и спорообразования фосформобилизующих бактерий.

5. Применение бактериальных удобрений Fosstim-1 на технических культурах (хлопчатник и сахарная свекла) и Fosstim-3 на овощных культурах (огурцы, картофель) улучшает фосфатный режим почв и фосфорное питание растений. Биопрепарат Serhosil, используемый в качестве листовой подкормки, повышает фотосинтетическую площадь листьев и улучшает питание растений биологически активными веществами и микроэлементами.

6. Биокомпост Biokom, приготовленный методом биоконверсии растительных остатков и фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* по составу и эффективности не уступает органическим удобрениям (навоз КРС и биогумус).

7. Применение биокомпоста Biokom в комплексе с бактериальными удобрениями серии Fosstim стимулирует развитие агрономически полезной почвенной микрофлоры, повышает плодородие почвы, улучшая азотный, фосфатный и калийный режим питания растений, обуславливает рост урожайности технических (хлопчатник, сахарная свекла) и овощных (огурцы, картофель) культур и качество получаемой продукции.

8. Разработанная новая научно-обоснованная биоагротехнология возделывания сельскохозяйственных культур обуславливает не только наибольшую биологическую и экономическую эффективность применения комплекса 3-х биоудобрений (бактериального удобрения, биопрепарата и

биокомпоста), но также и весомый экологический и социальный эффекты.

**Научная новизна.** Впервые из сероземной почвы, ризосферы технических (хлопчатник, сахарная свекла) и овощных (огурцы, картофель) культур выделены 40 культур и в результате скрининга с помощью  $^{32}\text{P}$  отобраны 4 перспективных штамма фосформобилизующих бактерий, способные растворять трикальцийфосфат и минерализовать фитин. На основании изучения культурально-морфологических признаков и физиолого-биохимических свойств новые активные штаммы отнесены к сем. *Bacillaceae*, роду *Bacillus*, видам *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26 (патенты № IAP 02787 и № IAP 02788, 2005г.; патентная заявка № IAP 20100617, 2010 г.).

Изучено поступление из трикальцийфосфата кальция и фосфора в клетки фосформобилизующих бактерий. Определено, что клетки *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11 и *B. subtilis* BS-26 извлекают из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  больше кальция, чем фосфора, а клетки *B. polymyxa* BP-700 и *B.sp.*, 701 больше фосфора, чем кальция.

Впервые изучены биосурфактанты фосформобилизующих бактерий р. *Bacillus*. Определено, что биосурфактанты *B. subtilis* BS-26 представлены каприновой, пальмитиновой, миристиновой и стеариновой жирными кислотами. Впервые методом ГЖХ выявлено наличие 9 жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой, маргариновой, линолевой, бегеновой, каприновой, лауриновой, миристиновой и мелиссовой) в 20-дневных проростках хлопчатника и определено, что проростки, выросшие из бактеризованных *B. subtilis* BS-26 семян содержали в 1,5-2 раза больше жирных кислот в сухой массе растений по сравнению с контрольными (без бактерий).

Выявление антагонистической способности у фосформобилизующих бактерий р. *Bacillus* по отношению к фитопатогенным грибам *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* и *Alternaria alternata* свидетельствует о возможности замены существующих химических фунгицидов, предназначенных для обработки семян на биофунгициды нового поколения. Впервые изучена способность фосформобилизующих бактерий р. *Bacillus* к деструкции хлорорганических пестицидов - ГХЦГ и ПХБ.

Впервые изучена приживаемость активных штаммов фосформобилизующих бактерий р. *Bacillus* в стерильной и нестерильной почве в ризосфере с/х культур, ростстимулирующая и корнеобразующая активность бактерий на технических (хлопчатник, сахарная свекла) и овощных (огурцы, картофель) культурах.

Впервые разработаны новые экономически эффективные питательные среды на основе водных экстрактов биокомпоста и птичьего помета для массового культивирования фосформобилизующих бактерий, определены оптимальные способы и режимы глубинного культивирования бактерий,

обеспечивающие высокую продуктивность штаммов с титром спор в  $10^9$  кое/мл.

Впервые для биоконверсии растительных остатков использованы новые штаммы фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus (B.megaterium BM-1, B.megaterium var. phosphaticum BMVP-11, B. subtilis BS-26 и B. polymyxa BP-700)*. Изучена направленность микробиологических процессов в динамике в течение компостирования, выявлено стимулирующее влияние интродуцированных бактерий на сокращение сроков биоконверсии и улучшение качества биокомпоста.

Впервые выполнены комплексные исследования биологической эффективности применения бактериальных удобрений серии Fosstim на различных культурах и типах почв: изучено влияние интродуцированных фосформобилизующих бактерий на динамику изменений почвенного микробного сообщества, закономерностях его развития в почве и взаимоотношения в системе почва – микроорганизмы - растение, биохимические процессы в почве, а также агрохимический состав почв в динамике на протяжении вегетации изученных культур на разных фонах удобрений. Выявлено достоверное влияние комплекса биоудобрений (бактериальное удобрение и биокомпост) на увеличение содержания полезного почвенного микробного сообщества, ферментов, подвижных соединений биогенных элементов (фосфора, азота, калия), микроэлементов и гумуса в почве.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Впервые с помощью изотопа  $^{32}\text{P}$  разработан метод количественной оценки способности различных штаммов бактерий разлагать труднорастворимые фосфорные соединения в почве. Три независимых метода, примененные в исследованиях - химический метод исследования концентрации фосфора в среде, разработанный с помощью изотопа  $^{32}\text{P}$  метод количественной оценки штаммов и метод рентгенофазного анализа минералогического состава почвы подтвердили способность выделенных местных штаммов фосформобилизующих бактерий разлагать нерастворимые соединения фосфора в почве.

Впервые разработана биотехнология получения бактериальных удобрений серии Fosstim на основе активных штаммов фосформобилизующих бактерий. Разработаны технические условия, лабораторный регламент, технологическая и аппаратурная схема для малотоннажного производства бактериальных удобрений.

Впервые разработана биотехнология приготовления биоорганического удобрения на основе биоконверсии растительных остатков. Создан новый экологически безопасный и экономически рентабельный биокомпост Biokom, который является источником гумуса и питательных веществ в сбалансированном сочетании и в виде биодоступных для растений соединений, дополнительным источником агрономически полезной микрофлоры и ферментов: фосфатазы, аспарагиназы, дегидрогеназы, инвертазы, уреазы. Изучение химического и макро-микроэлементного состава биокомпоста дает основание для использования его в качестве

корневой подкормки в количестве 1- 2 т/га в сочетании с половинной нормой минеральных удобрений (патент № IDP 04343, 2000).

Впервые разработана новая органо-минеральная питательная среда для культивирования ассоциации из 3-х видов микроводорослей *p. Scenedesmus* (*S. obliquus*, *S. acuminatus* и *S. quadricanda*), являющихся действующим началом биопрепарата Serhosil для обработки филосферы растений (патентная заявка № IAP 20100618, 2010 г.).

**Реализация результатов.** По результатам научных исследований впервые разработан комплекс приемов по совершенствованию систем земледелия в направлении повышения их сбалансированности, экологической устойчивости и снижения потребности в ресурсах. Впервые разработаны научно-обоснованные элементы агробиологической системы земледелия и практические рекомендации производству, нормы и сроки внесения биоудобрений. Новая биоагротехнология испытана и внедрена:

- на хлопчатнике на разных типах почв в 4-х филиалах УзНИИ Хлопководства (Ташкентская, Бухарская, Джизакская, Андижанская области) в рамках проекта UB ARS 17 на площади в 12 га (2003-2005 гг.) и в Кашкадарьинской области в рамках инновационного проекта ФА-И1-Т051 (2009-2010 гг.) на площади в 5 га;

- на овощных культурах в Ташкентской и Самаркандской области на площади в 10 га (2006-2011).

Применение новой биоагротехнологии в сельском хозяйстве, основанной на использовании 2-х и 3-х видов биоудобрений (бактериальных удобрений Fosstim-1 и Fosstim-3, биопрепарата Serhosil и биокомпоста Biokom) на изученных сельскохозяйственных культурах дает ощутимый экономический эффект (по ценам 2011г.):

- на хлопчатнике – при урожае 50 ц/га дополнительный чистый доход составил 1 091 640 сум/га (рентабельность 87%);
- на сахарной свекле - при урожае в 80 т/га - дополнительный чистый доход составил 21 823 820 сум/га (рентабельность 1181%);
- на огурцах – при урожае 22 т/га, дополнительный чистый доход составил 1 675 195 сум/га (рентабельность 399 %);
- на картофеле при урожае 41,2 т/га, дополнительный чистый доход составил 3 624 700 сум/га (рентабельность 1479 %).

Кроме экономического эффекта, использование новой биоагротехнологии даст весомый экологический (снижение степени зафосфаченности, загрязненности микотоксинами почв и растений, снижение доз (исключение) химических фунгицидов для протравливания семян, повышение плодородия почв), ресурсосберегающий (снижение норм минеральных удобрений на 50-75% за счет повышения коэффициента усвояемости вносимых удобрений и почвенных труднодоступных соединений, снижение норм высева семян на 10-30%) и социальные эффекты (улучшение качества с/х продукции и здоровья населения).

**Апробация работы.** Результаты исследований были доложены, обсуждены и одобрены на 1 съезде микробиологов Узбекистана (Ташкент, 1997),

научно-практ.конференции «Проблемы микробиологии и биотехнологии» (Ташкент, 1999), межд. конф. «Проблемы экологии в сельском хозяйстве» (Бухара, 2000), 2 съезде микробиологов Узбекистана (Ташкент, 2000), научно-практ. конф. «Прикладные аспекты биотехнологии» (Ташкент, 2002), межд. конф. «Аграрная наука: достижения и перспективы» (Ташкент, 2002), 5 межд. симпозиуме по химии растительных веществ (Ташкент, 2003), 1<sup>st</sup> Fems Congress of European Microbiologist (Slovenia, 2003), респ. конф. «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии» (Ташкент, 2003), International scientific-practical conference «Ecological problems in agriculture» (Buchara, 2003), Humboldt-Kolleg International Conference «Use of Geographic Information Systems and simulation for research and decision support in Central Asian River Basins» (Tashkent, 2004), International Congress «Rhizosphere 2004 – Perspectives and Challenges» (Germany, 2004), the third Eurasian Conference «Nuclear Science and its Application» (Tashkent, 2004), of 8 th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences (Rio de Janeiro, 2005), на 3 съезде микробиологов Узбекистана (Ташкент, 2005), of 6 International conference «Modern problems of Nuclear Physics» (Tashkent, 2006), респ. конф. «Проблемы экологической безопасности Узбекистана» (Ташкент, 2006), International Conference «Rhizosphere 2» (France, 2007), 4 съезде микробиологов Узбекистана (Ташкент, 2008), научно-практ. конф. «Узбекистон тупроклари ва ер ресурслари: улардан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилиш» (Тошкент, 2008), межд. конф. Актуальные проблемы молекулярной биологии растений (Ташкент, 2008), Респ. научной конф. «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии», посвященной памяти акад. А.Г. Халмурадова (Ташкент, 2009), 3 Integrated pest management stakeholders Forum for Central Asia region (Bishkek, 2009), 5 межд. научно-практической конф. Аграрная наука – сельскому хозяйству (Барнаул, 2010), межд. конф. «Гузанинг дунёвий хилма-хиллиги генофонди – фундаментал ва амалий тадқиқотлар асоси» (Ташкент, 2010), Узбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатасининг утқазилган илмий - амалий конф. «Узбекистон аграр соҳасига биотехнологияларни татбиқ этиш истикболлари ва ҳуқуқий масалалари» (Тошкент, 2011).

**Личный вклад автора** заключается в изучении проблемы, выборе темы, постановке цели и задач, проведении исследований по выделению, изучению свойств и идентификации активных штаммов фосформобилизующих бактерий, разработке биотехнологии получения и применения новых биодобровений, научно-обоснованной биоагротехнологии земледелия, изучении её влияния на почвенные процессы и обобщении полученных результатов.

**Опубликованность результатов.** Основное содержание диссертации отражено в 98 научных работах, в том числе 3 монографии и 1 учебник в соавторстве, 28 статей в научных журналах, 4 статьи за рубежом, 16 статей в сборниках научных трудов, 45 тезисов, 3 патента и 2 патентные заявки.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 98 страницах и состоит из 6 глав, заключения, выводов, рекомендаций производству, включает 24 таблицы и 31 рисунок.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Глава 1. Современное состояние изученности вопроса о биоудобрениях на основе фосформобилизирующих бактерий

Наиболее выгодным и экологически безопасным приемом повышения подвижности фосфора в почве и его доступности растениям является применение бактериальных препаратов, усиливающих мобилизацию фосфора из труднодоступных соединений почвы в легкодоступные.

Муромцев Г.С. (1983) использовал некоторые виды фосфатмобилизирующих бактерий для стимуляции ростовых, фотосинтетических процессов, повышения урожайности и качества растительной продукции. Banik S, Dey B.K. (1983) изолировали из Индийских почв 6 штаммов фосфатмобилизирующих бактерий *p. Bacillus*, 2 штамма актиномицетов *p. Streptomyces*. Mohammed G., Indian J (1984) исследовали возможность дополнения дорогостоящих химических удобрений фосфоробактериями *B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. cereus* и *Escherichia freundii* и установили, что  $\frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{4}$  дозы НРК могут быть дополнены эффективными штаммами фосфоробактерий при возделывании гороха. El – Giobaly M.H, El – Roweinu (1987) в Египте, из ризосферы и ризопланы растений - маиса, гороха и хлопчатника выделили 200 культур фосфатмобилизирующих микроорганизмов, из которых 50 культур были наиболее активными по способности увеличивать количество водорастворимого фосфора в среде.

Известен целый ряд биопрепаратов для овощных культур, в частности огурцов и картофеля, на основе фосформобилизирующих бактерий, которые обладают способностью переводить труднодоступные фосфаты алюминия и железа в усвояемую форму - «Микрокорневит почвенный» на основе *Bacillus megaterium*, *Bacillus mucilaginosus*, *Azotobacter chroococcum* и *p. Beijerinckia*) (Виноградов, Няникова, и др., 1992).

Л. А. Суховицкая, Г. М. Клышко (1997) установили, что интродуцированные в почву ризобияльные и фосфатмобилизирующие инокулянты, приживаясь в ризосфере озимых агрофитоценозов, проявляли свои функциональные свойства, положительно влияя на урожай зерна и его качество и повышая содержание общего азота и подвижной  $P_2O_5$  в ризосфере инокулированных посевов. Natiyal C.S., Bahaduria S., (2000) выделили из ризосферы турецкого гороха фосфатрастворяющие бактерии NBRI 0603, NBRI2601, NBRI 3246 и NBRI 4003. Все четыре штамма бактерий обладали способностью растворять  $Ca_3(PO_4)_2$ .

И. М. Коваль (2001) и Т. М. Шлома (2002) выявили, что инокуляция семян зернобобовых культур фосфатмобилизирующим препаратом Фитостимофосом существенно повышала урожайность.

Вилфванко А.В., Курдский И.К. (2001) из черноземных почв областей Украины выделили 216 штаммов микроорганизмов, способных минерализовать органофосфаты. Шестнадцать активных штаммов отнесены к *p. Bacillus*. Новые штаммы бацилл отобраны для создания комбинированных бактериальных удобрений.

Микробные сообщества корневой зоны растений занимают особое место в системе управления факторами естественного плодородия почв. И.К. Курдиш с соавт. (2007) проводили интродукцию в корневую зону растений высокоактивных штаммов азотфиксирующих *Azotobacter vinelandii* и фосфатмобилизующих *Bacillus subtilis* бактерий. Интродукция смесей микробных суспензий вышеназванных бактерий оказывала синергическое действие на развитие и урожай растений. В результате изучения взаимодействия азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий с глинистыми минералами созданы гранулированные бактериальные препараты комплексного действия, которые улучшают азотное и фосфорное питание растений, синтезируют ростстимулирующие вещества, а также угнетают развитие фитопатогенных микроорганизмов.

Изучением способности фосформобилизующих микроорганизмов активировать ростовые процессы у высших растений занимались многие ученые (Kundu D.S., Gaura A.C., 1980; Bageeraj D.J., 1981; Mohammed G., Saher M.S., 1984; El-Giobaly M.N, Abder-Nasser, 1987; Goldstein E.D., 1988; Лапта Е.И., Христенко С.И., 1989; Reddy M., Rahe J.E., 1989; Chen D.J., 1992; Natiyal C.S., Bahadautia S., Rumar P., 2000; Roi A.A., 2001 и др.).

Эффективным в плане повышения подвижности фосфора, по данным исследователей Вильдфлуш И. Р., Брагина А. М. (1974), является применение органических удобрений, которые способствуют увеличению емкости поглощения фосфатов почвой и улучшению перехода фосфатов твердой фазы почвы в почвенный раствор.

В Украине созданы препараты на основе фосформобилизующих бактерий – альбобактерин и полимиксобактерин, которые с успехом применяются для предпосевной обработки семян различных культур: сахарной свеклы, ржи, ячменя, льна, подсолнуха. Применение этих биопрепаратов повышает урожайность растений, а также способствует повышению устойчивости сахарной свеклы против корнееда и увеличивает сбор сахара до 8 ц/га. В Институте микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного для формирования эффективных микробно-растительных систем созданы новые комплексные микробные препараты – Экобакт (на основе *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 и *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6035 и В-6018), Экофосфорин (на основе *Agrobacterium radiobacter* 59-1 и *Bacillus megaterium* УКМ В-5724) (Иутинская Г.А., 2010). Фосфоэнтерин - жидкий препарат создан в Южной опытной станции на основе эффективного штамма фосфатмобилизующих бактерий *Enterobacter nimipressuralis* 32-3. Препарат комплексного действия применяется на зерновых и бобовых культурах, хорошо влияет на рост овощных растений, повышает урожайность за счет продуцирования штаммом физиологически-активных веществ и органических кислот.

В Казахстане для улучшения фосфатного режима почв применялись различные компосты на основе навоза и фосфоритной муки (А.Н. Илялетдинов и др., 1966). В Узбекистане группой ученых Института общей и неорганической химии АН РУз под руководством С.К. Побережской и О.В.

Мячиной проводились исследования по улучшению фосфатного режима почв путем создания фосфорных бактериальных удобрений на основе фосфатрастворяющих бактерий *p.Bradyrhizobium* и фосфоритов Центральных Кызылкумов (Терюхова Р.Р., 2005). В Институте микробиологии АН РУз под руководством Джуманиязовой Г.И. проводились исследования по поиску, выделению, изучению свойств и применению ризобактерий хлопчатника, *p. Bacillus*, минерализующих органофосфаты (Юсупов Б.Ю., 1999-2004) и фосформобилизующих ризобактерий озимой пшеницы, растворяющих трикальцийфосфат (Таджиев А.Ю., 2003-2009).

В доступной нам литературе мы не обнаружили сведений о разработке биотехнологий получения и применения бактериальных удобрений и биокомпоста на основе фосформобилизующих бактерий, предназначенных для биотрансформации труднодоступных как органических, так и минеральных фосфатов почв, подверженных наибольшей степени зафосфаченности (почвы под техническими культурами - хлопчатник и сахарная свекла). Кроме того, в последние годы от недостатка фосфора в питании овощных культур снижается урожайность и качество продукции.

Научный и практический интерес представляло создание такой биотехнологии, которая бы одновременно, улучшая корневое питание растений, повышала бы урожайность с/х культур, качество продукции и при этом постепенно восстанавливала бы плодородие деградированных почв. При этом новая биотехнология должна быть экологически безопасной, экономически эффективной, ресурсосберегающей, импортозамещающей и экспортоориентированной.

## Глава 2. Методы исследований

Поиск и выделение фосформобилизующих бактерий из почвы и ризосферы растений проводили по общепринятым в почвенной микробиологии методам на селективных питательных средах, где в качестве единственного источника минерального фосфора были использованы трикальцийфосфат и фосфоритная мука (среда Пиковской для кислотообразующих штаммов), органического фосфора - нуклеиновая кислота и фитин (среда Менкиной для фосфатазоактивных штаммов) (Котелев В.В., 1964).

Для более точного количественного сравнительного анализа выделенных штаммов между собой по их способности растворять трикальцийфосфат в питательной среде, исследования проводили с  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , меченным изотопом  $^{32}\text{P}$  в ИЯФ АН РУз по методу Raj J., Vagayraj D.J., Maniunath A. (1981).

Определение кислотообразующей способности штаммов ФМБ проводили на ФЭКе, изучая общее количество титруемых кислот в среде с  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Определение общей фосфатазной активности клеток бактерий, изучение динамики высвобождения фосфора из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и фитина

фосформобилизующими бактериями проводили по методу В.В. Котелева (1964).

Интенсивность поступления Р из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  в бактериальную клетку изучали, используя изотоп  $^{32}\text{P}$  (Takhtobin K.S., Tillaev T.S., 2004). Определение извлечения кальция из трикальцийфосфата бактериями проводили по методу А.Н. Павлова (1981).

Изучение культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств выделенных бактерий проводили по общепринятым в почвенной микробиологии методам, описанных в руководствах “Большой практикум по микробиологии”, “Практикум по микробиологии”, “Методы почвенной микробиологии и биохимии” (Селибер, Аристовская Т.В, 1962; Егоров В.Б, 1976; Звягинцев Д.Г. и др., 1991). Идентификацию штаммов проводили по определителю Bergey (1984).

Динамику ростовой активности и спорообразования фосформобилизующих бактерий определяли в сравнительном аспекте при глубинном культивировании на различных питательных средах методом предельных разведений.

Уровень биосурфактантов, синтезируемых фосформобилизующими бактериями определяли по методу Вильгельми (Елисеев С.А., Шульга А.П., Карпенко Е.В. 1990).

Количественное определение ГХЦГ или ПХБ проводили по калибровочной кривой в программном обеспечении Agilent ChemStation хроматографа Agilent Technologies 6890N по методу внешнего стандарта (ESTD) и пересчитывали полученное количество на 1 г почвы (Horvath R.S, 1972; Lehrbach R., 1990).

Определение насыщенных жирных кислот у фосформобилизующих бактерий проводили путем получения гексанового экстракта из биомассы *Bacillus sp.26*, который анализировали на хроматографе с детектором электронного захвата Agilent Technologies 6890N. Определение насыщенных жирных кислот в 20-дневных проростках хлопчатника проводили методом газовой-жидкостной хроматографии. Для идентификации органических соединений экстракты анализировали на хроматографе с масс-селективным детектором Hewlett-Packard HP5972. Идентификацию органических веществ проводили на программном обеспечении Agilent ChemStation с использованием баз данных NIST02.L и WILEY275.L.

Способность фосформобилизующих бактерий ингибировать рост фитопатогенов хлопчатника определяли методом «колодцев» и параллельного штриха на среде Чапека (Звягинцев, 1991).

Приживаемость интродуцированных в стерилизованную сероземную почву вместе с семенами фосформобилизующих бактерий и колонизацию ими корешков проростков растений определяли методом Возняковской Ю.М. (1989).

Эффективность фосформобилизующих бактерий определяли в лабораторных, вегетационных и полевых опытах на разных типах почв в

филиалах УзНИИ Хлопководства и НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля МСВХ Республики Узбекистан при 3-х системах удобрения:

- *традиционной* - полное минеральное удобрение - NPK-100% (контроль)
- *минимизированной* - NPK-50% (опыт);
- *органо-минеральной* - NPK-50% + навоз 20 т/га (опыт); NPK-50% + биокомпост «Биоком» - 1 т/га (рядковое внесение - опыт).

Предпосевную обработку семян хлопчатника и сахарной свеклы проводили путем замачивания семян в бактериальной суспензии Fosstim-1. Предпосевную обработку семян огурцов проводили путем замачивания семян в бактериальной суспензии Fosstim-3. Титр клеток рабочего раствора  $6-7 \times 10^6$  кое/мл. Предпосевную обработку картофеля проводили путем опрыскивания посадочных клубней рабочим раствором Fosstim-3 с титром клеток  $2-3 \times 10^7$  кое/мл.

Внекорневую подкормку растений биопрепаратом «Serhosil» проводили путем опрыскивания листьев в течение вегетации растений при плотности клеток микроводорослей - 15-20 млн/мл.

Микробиологические анализы почв проводили в динамике в течение вегетации с/х культур. Количественный учет микробного сообщества по основным таксономическим группам почвенных микроорганизмов проводили по общепринятым в почвенной микробиологии методам предельных разведений путем высева почвенной суспензии на селективные питательные среды (Звягинцев, 1991). Аммонификаторы учитывали на МПА, олигонитрофилы и аэробные азотфиксаторы – на безазотистой среде Эшби, маслянокислые на среде Рушмана, фосформобилизующие на среде Пиковской и Менкиной, нитрификаторы 1 фазы – на среде Сориано и Уокера, нитрификаторы 2 фазы – на среде Ватсона и Уотербери, денитрификаторы - на среде Гильтая, аэробные целлюлозоразлагающие микроорганизмы – на среде Гетчинсона и Клейтона, анаэробные целлюлозоразлагающие - на среде Омелянского, микромицеты и актиномицеты – на среде Чапека. Количество физиологических групп почвенных микроорганизмов, учитываемых на жидких питательных средах определяли по таблице Мак – Креди. Пересчет числа микроорганизмов вели на 1г. абс. сухой почвы.

В почвенных образцах, отобранных для определения численности микроорганизмов, после их высушивания до воздушно - сухого состояния определяли активность гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов по методике А.Ш. Галстяна (1974). Из группы гидролитических ферментов изучали инвертазу (КФ 3.2.1.26), уреазу (КФ 1.11.1.6.) и фосфатазу (КФ 3.1.3.1.-2). Из группы окислительно-восстановительных ферментов определяли активность каталазы (КФ 1.11.1.6), пероксидазы (КФ 1.11.1.7) и полифенолоксидазы (КФ 1.10.3.1). Условный коэффициент гумификации определяли соотношением активности полифенолоксидазы к пероксидазе (Хазиев, 1982). Изучение процессов «дыхания» почв проводили по методу Штатнова В.Ф.(1961).

Агрохимические анализы почв проводили по общепринятым в агрохимии методам (Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах, Ташкент, 1999; Методы химических анализов почвы, применяемые в лаборатории массовых анализов, Ташкент, 2005 г.). Значение рН почвы измеряли стандартным хлористо-ртутным электродом с автоматической температурной компенсацией. Содержание гумуса определяли по методу Тюрина, определение валовых форм азота и фосфора проводили по методу Гинзбург и др., содержание подвижного аммонийного азота  $N-NH_4$  и подвижного фосфора -  $P_2O_5$  - колориметрическим методом, нитратного азота -  $N-NO_3$ - дисульфифеноловым методом, обменного калия  $K_2O$  – методом пламенной фотометрии. Почвенные образцы для микробиологических, биохимических и агрохимических анализов отбирали из пахотного (0-20 см) слоя почвы.

Фенологические наблюдения за биометрическими показателями растений проводили в течение вегетации по общепринятым методам СоюзНИХИ (Методы постановки лабораторных, вегетационных и полевых опытов. Ташкент, 1996).

Качество волокна хлопка определяли в лабораториях Узбекского центра «SIFAT», где установлены 35 полуавтоматических систем Uster HVI 900 SA на системах HVI и классерским методом.

Качество овощных культур определяли в Институте овоще-бахчевых культур и картофеля: нитратный азот- дисульфифеноловым методом, содержание сахаров – по Бертрану, растворимые сухие вещества-рефрактометрически.

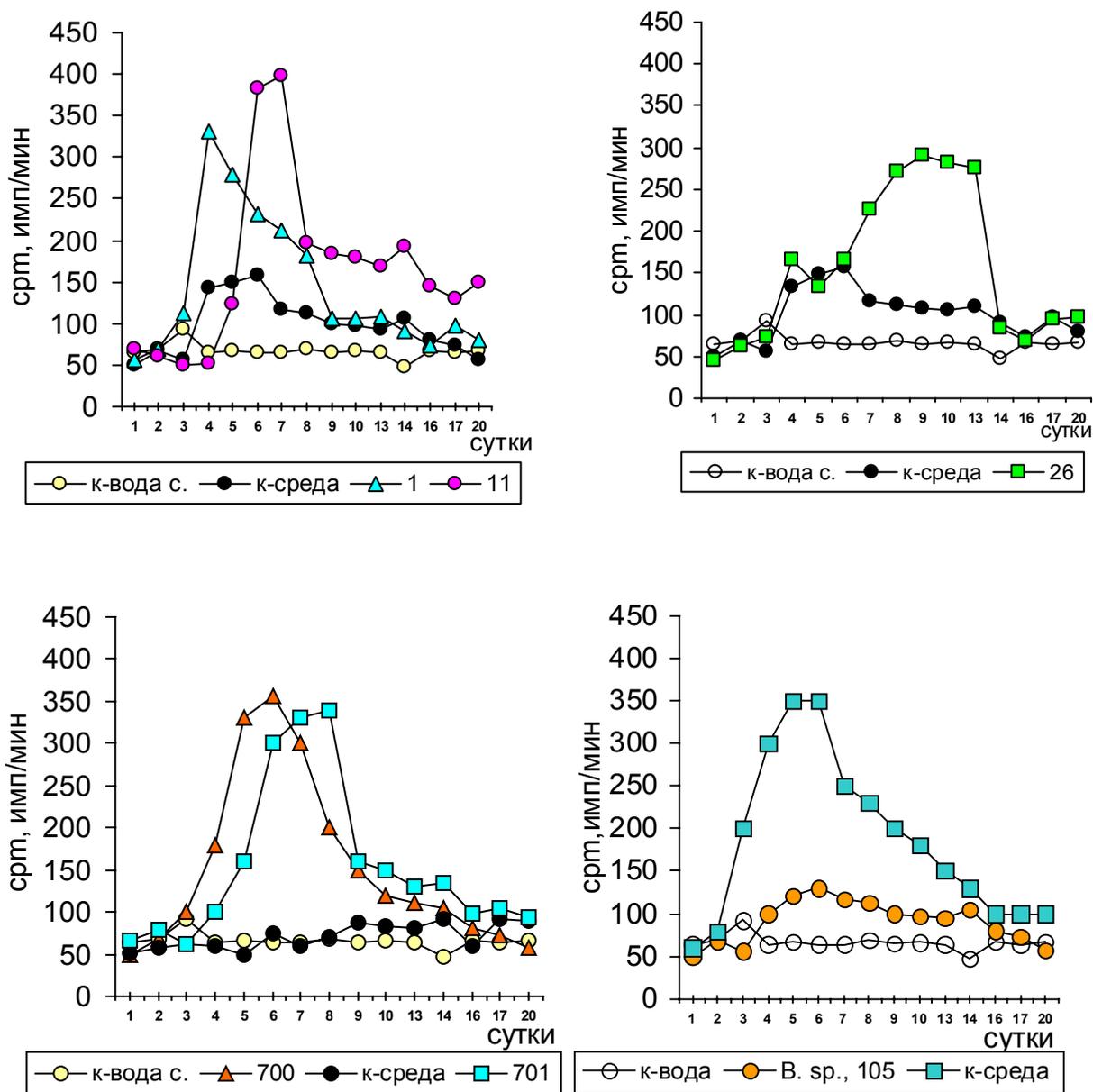
Экономическая эффективность определена по методу Облесенского К.П. и рассчитана с использованием нормативов и расценок, действовавших в 2011 году. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью электронных таблиц Microsoft Excel с использованием статистических критериев Стьюдента (Лакин Г.Ф., 1990). Данные учета урожайности и основные сопутствующие исследования подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1979).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **Глава 3. Поиск, выделение, скрининг и изучение свойств местных штаммов фосформобилизующих бактерий. Идентификация перспективных культур**

**3.1. Поиск, выделение и скрининг фосформобилизующих бактерий.** Из ризосферы технических (хлопчатник, сахарная свекла), овощных культур (огурцы, картофель) и сероземной почвы выделено 40 культур фосформобилизующих бактерий. В результате первичного скрининга по качественному тесту отобрано 6 культур - кислотообразователей, из которых

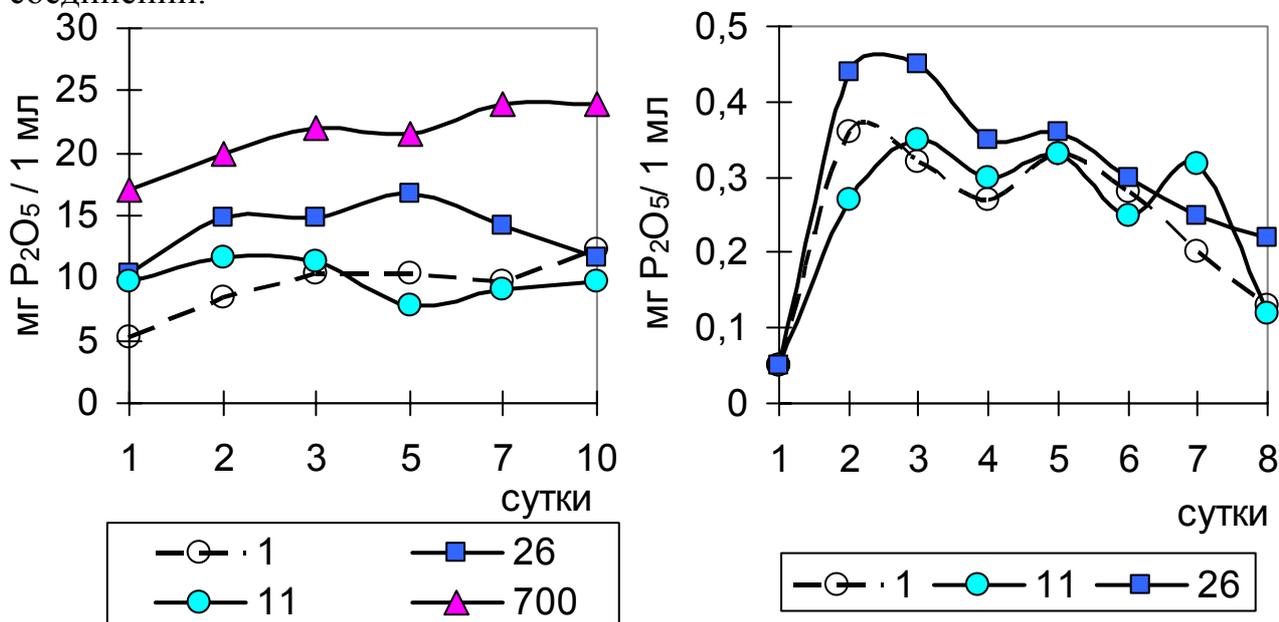
3 фосфатазоактивные. С помощью изотопа  $^{32}\text{P}$  изучена способность культур растворять трикальцийфосфат. Было исследовано количество освобожденной  $\text{P}_2\text{O}_5$  из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  в динамике в течение 20 дней опыта (рис.1). В результате выявлено, что все 6 культур активно мобилизовали фосфор из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ : культура № 1 мобилизовала до 350 срм  $\text{P}_2\text{O}_5$  на 4-е сутки опыта (в контроле – 60 срм), культура № 11 – 370-400 срм  $\text{P}_2\text{O}_5$  на 6-7 сутки (в контроле 65 срм), культура № 26 – 300 срм  $\text{P}_2\text{O}_5$  на 9 сутки (в контроле 75 срм).



**Рис. 1. Мобилизация  $\text{P}_2\text{O}_5$  из трикальцийфосфата монокультурами в динамике их роста на питательной среде с добавлением меченного  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$**

Бактерии, выделенные из ризосферы сахарной свеклы – культура № 700 мобилизовала до 370 срм  $\text{P}_2\text{O}_5$  на 6-е сутки опыта (в контроле 70 срм), № 701 – 340-349 срм  $\text{P}_2\text{O}_5$  на 7-8-е сутки опыта (в контроле 60-70 срм).

Изучение динамики общего количества титруемых кислот и фосфатазной активности монокультур выявило, что наилучшими кислотообразователями были культуры: № 700, которая выделяла от 17-24 мг  $P_2O_5/1$  мл на 1 - 10 сутки опыта, культура № 26 – от 10,3-11,6 мг  $P_2O_5/1$  мл, культура № 1 – от 5,2-12,3 мг  $P_2O_5/1$  мл, культура № 11 – 9,7 мг  $P_2O_5/1$  мл на 1 и 10-е сутки опыта. Фосфатазной активностью из 6 изученных культур обладали 3 культуры. Наиболее фосфатазоактивной оказалась культура № 26, которая образовывала от 0,44-0,45 мг  $P_2O_5/1$  мл на 2-3 сутки опыта, культура № 1 – от 0,36-0,32 мг  $P_2O_5/1$  мл и культура № 11 – от 0,27-0,35 мг  $P_2O_5/1$  мл на 2-3 сутки опыта (рис.2). Таким образом, полученные данные по выделению кислот и ферментов группы фосфатаз местными штаммами бактерий свидетельствуют об их способности мобилизовать фосфор из труднодоступных минеральных и органических фосфорсодержащих соединений.

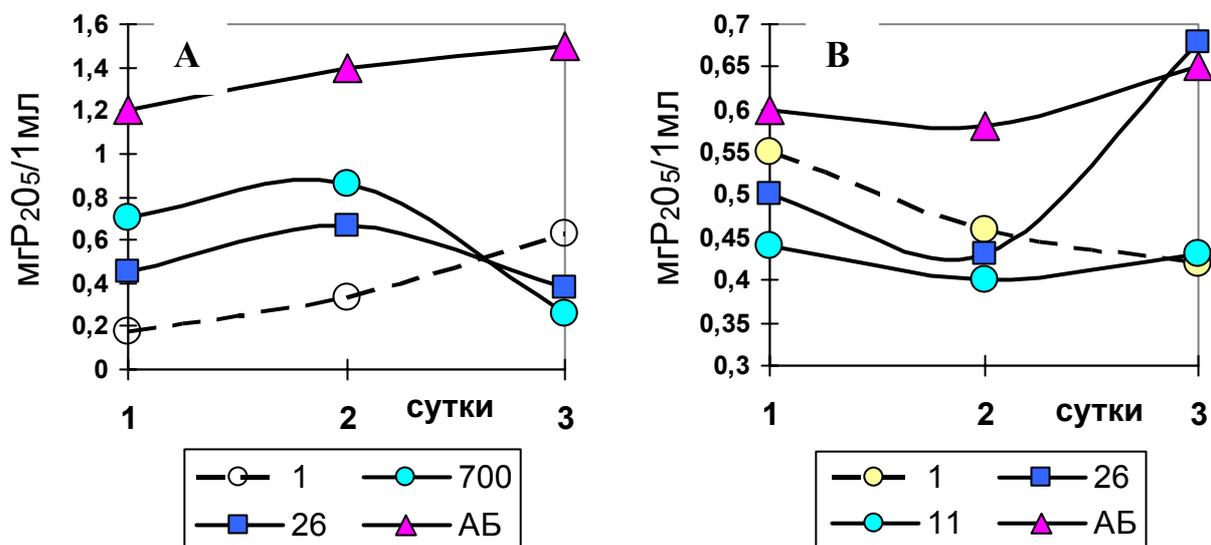


**Рис. 2. Выделение общего количества титруемых кислот монокультурами в динамике их роста на питательной среде с  $Ca_3(PO_4)_2$  (А) и ферментов группы фосфатаз на среде с фитином (В)**

Изучение динамики высвобождения фосфора из  $Ca_3(PO_4)_2$  и фитина монокультурами фосформобилизующих бактерий и их ассоциацией в питательной среде показало, что ассоциация из 3-х культур (1,26 и 700) активнее растворяла трикальцийфосфат - от 1,2 до 1,5 мг  $P_2O_5/1$  мл, а ассоциация из 3-х культур (1,11 и 26) активнее минерализовала фитин – 0,6-0,68 мг  $P_2O_5/1$  мл в течение 3-х суток опыта по сравнению с монокультурами (рис.3). Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования ассоциации для мобилизации фосфора из труднодоступных минеральных и органических соединений.

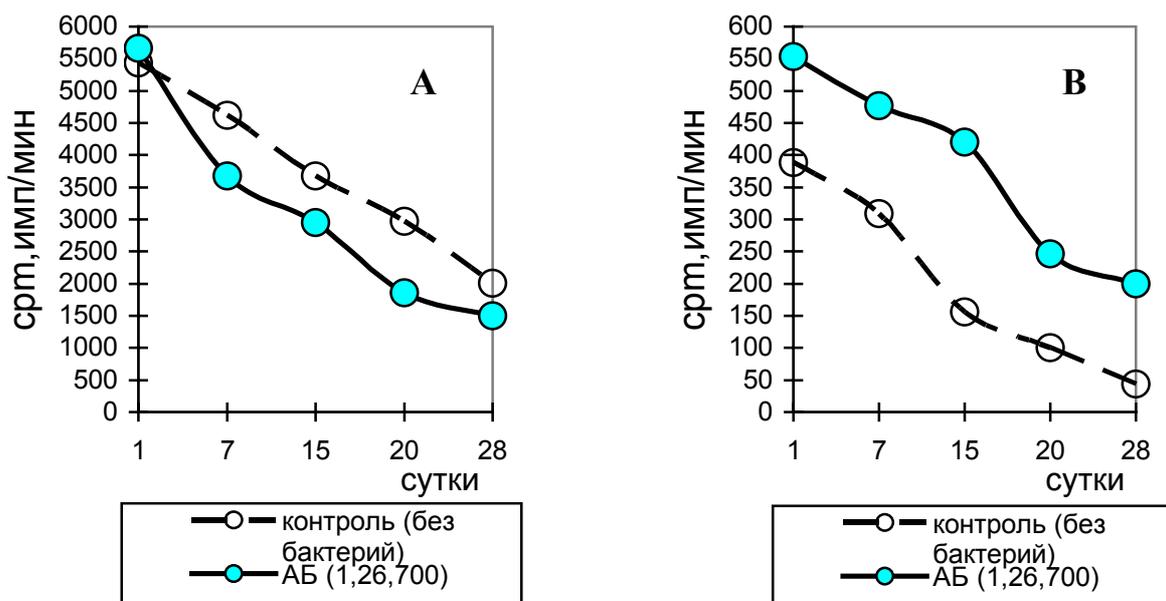
Нами был поставлен опыт с почвой, в которую вносили меченный  $Ca_3(PO_4)_2$  и ассоциацию из 3-х монокультур (1, 26, 700). Наблюдаемый более

интенсивный спад радиоактивности в образцах почвы с бактериальной ассоциацией (от 5667-1500 срт имп/мин) по сравнению с контролем (5432-2003 срт имп/мин) можно трактовать присутствием бактерий, оказывающих влияние на содержание радиоактивного фосфора в почве.



**Рис 3. Динамика высвобождения фосфора из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (А) и фитина (В) монокультурами и ассоциацией фосформобилизующих бактерий**

Поскольку фосфор находился в почве в виде нерастворимых соединений (что подтверждено десятикратным промыванием образцов почвы перед началом опыта), то следует отнести выявленное явление к способности бактерий извлекать фосфор из них (рис.4А). Это подтверждается и увеличением количества счета в воде, которой промывались образцы (рис.4 В).



**Рис. 4. Исследование с помощью радиоактивного изотопа  $^{32}\text{P}$  способности ассоциации фосформобилизующих бактерий разлагать трикальцийфосфат в почве (А) и переводить фосфор в водный экстракт почвы (В)**

Перевод фосфора трехкальциевого фосфата в доступную для питания растениями форму определяется активностью фосформобилизирующих бактерий, для повышения которой необходимо выяснение факторов, благоприятно влияющих на их размножение и жизнедеятельность.

Для решения вопроса о механизме растворения трикальцийфосфата необходимо выяснить интенсивность поступления фосфора в бактериальную клетку. Нами была предпринята попытка определить поступление фосфора в биомассу выделенных штаммов бактерий из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , меченного изотопом  $^{32}\text{P}$ , сравнительно оценить потребление фосфора монокультурами бактерий. Из представленных данных рис.5 видно, что культуры № 700 и 701 выделяются среди других культур по способности извлекать фосфор из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Наилучшую способность к аккумуляции фосфора в бактериальной клетке показала культура № 700 – 919-145 срм имп/мин по сравнению с контролем (без бактерий) – 77-61 срм имп/мин и другими монокультурами. Полученные данные свидетельствуют о том, что все штаммы по-разному приспособлены растворять трикальцийфосфат  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , что, по-видимому, предопределено их генетическими свойствами.

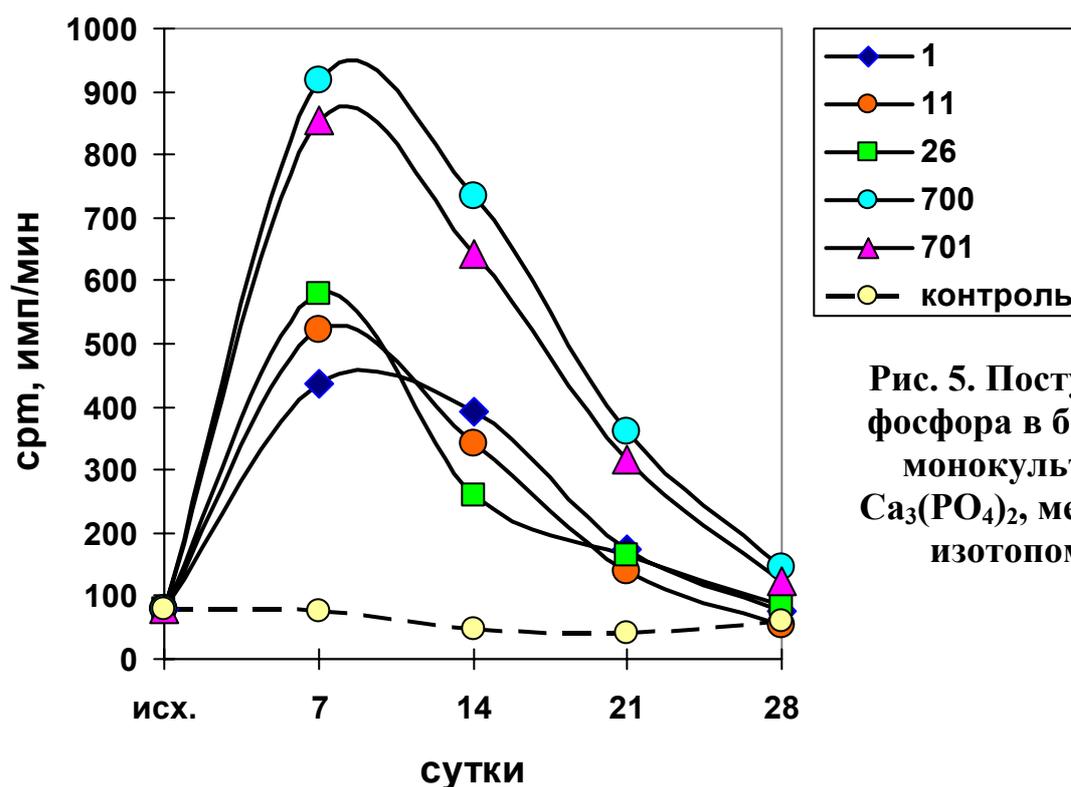


Рис. 5. Поступление фосфора в биомассу монокультур из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , меченного изотопом  $^{32}\text{P}$

Нами проводились исследования по изучению извлечения кальция из  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  бактериальными клетками. Использование кальция монокультурами прослеживали путем наблюдения за развитием колоний 5 культур (1,11,26,700,701): молодые колонии после 1-2 суток инкубации имели гомогенную структуру, на 3-4 день инкубации по периферии колоний культур № 1,11 и 26 появлялись уплотнения, которые превращались в шаровидные образования, представляющие собой скопления кальция,

которые в старых культурах переходят в кристаллическое состояние. Подобные изменения в колонии происходили лишь при наличии в среде  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , что свидетельствует об усвоении кальция монокультурами № 1,11 и 26.

Следующим этапом наших исследований было выявить влияние Са на исследуемые культуры. Опыт проводили с различными концентрациями  $\text{CaCl}_2$  - 0,25 г, 1 и 3 г на 1 л среды. Данные, представленные на рис. 6 показывают, что кальций оказывает положительное влияние на ростовую активность изученных культур. Наибольшее количество клеток у культуры №1 ( $3 \times 10^5$  -  $6 \times 10^5$  кое/мл) отмечено в варианте с внесением 1 и 3 г  $\text{CaCl}_2$  на 5 сутки опыта, у культуры № 26 –  $5,9 \times 10^5$  кое/мл в варианте с внесением 3 г  $\text{CaCl}_2$  на 10 сутки опыта, у культуры № 11 –  $8,3 \times 10^4$  кое/мл в варианте с внесением 0,25 г  $\text{CaCl}_2$  на 10 сутки опыта. К концу опыта, на 15-е сутки титр всех изученных культур снижался при дозе  $\text{CaCl}_2$ - 0,25 г. Следовательно, с увеличением концентрации хлористого кальция в среде титр бактерий сохраняется дольше.

Исследования показали, что из трикальцийфосфата культуры 1,11 и 26 извлекают больше кальция, чем фосфора, а культуры 700 и 701 больше фосфора, чем кальция.

Таким образом, на основании проведенных исследований для идентификации видовой принадлежности были отобраны наиболее перспективные культуры № 1,11,26,700,701 по способности активно мобилизовать фосфор из трикальцийфосфата и фитина и в последующем аккумулялировать его в своих клетках.

### **3.2. Изучение культурально-морфологических и физиолого-биохимических признаков активных фосформобилизующих бактерий**

**Культура № 1** - выделена из ризосферы хлопчатника. Колонии на МПА крупные, 3-5 мм, округлой формы с ровным краем, серо-белого цвета, блестящие, вязко маслянистые. Крупные палочки с закругленными концами, размеры клеток 4-5x1,2-1,5 мкм. Образует овальные споры на 2-е сутки культивирования на МПБ. Грамположительная.

**Культура № 11** - выделена из сероземной почвы. Колонии на МПА крупные, 4-7 мм, округлой формы с ровным краем, серо-белого цвета, выпуклые, блестящие, вязко-маслянистые. Подвижные палочки, размеры клеток 5-6x1,8-2 мкм. Образует овальные споры на 2-е сутки культивирования на МПБ. Грамположительная.

**Культура № 26** - выделена из сероземной почвы. Колонии на МПА крупные 4-6 мм, темно-коричневого цвета, с лопастным волнистым краем, матовая, поверхность складчатая. Подвижные палочки, иногда образующие цепочки. Клетки палочковидные 0,5-0,8x2,0-4,0 мкм, подвижные, грамположительные. Споры эллиптические, расположены субтермально. На МПА через сутки инкубации при 36<sup>0</sup>С образуют слизистые, выпуклые,

непрозрачные колонии кремового цвета диаметром 2-3 мм. Растет при pH 6,5-8,5.

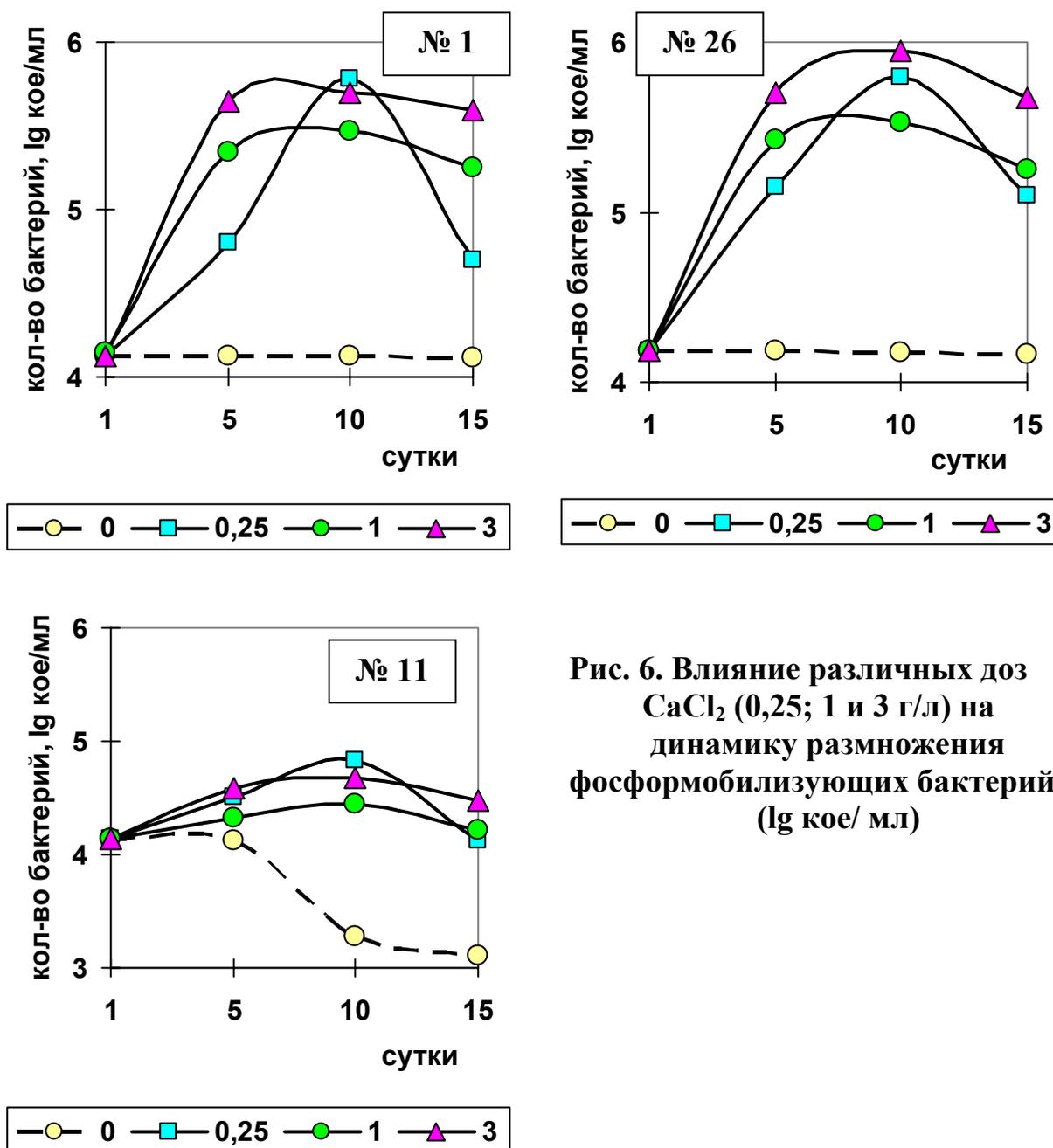


Рис. 6. Влияние различных доз  $\text{CaCl}_2$  (0,25; 1 и 3 г/л) на динамику размножения фосформобилизующих бактерий (lg кое/ мл)

**Культура № 700** - выделена из ризосферы сахарной свеклы. Колонии на МПА мелкие, округлой формы с неровным краем, кремового цвета, блестящие, выпуклые. Крупные палочки 3,0-5,0 x 1,0-1,5 мкм, одиночные в парах и коротких цепочках. Образует крупные овальные споры на 3-и сутки культивирования на МПБ. Грамположительная.

**Культура № 701** - выделена из ризосферы сахарной свеклы. Колонии на МПА мелкие округлой формы, с ровным краем, кремовато-белого цвета, блестящие, с матовой, морщинистой серединой. Подвижные палочки, размеры клеток 2,8-4,0 x 1,2-1,4 мкм. Образует овальные споры на 3-и сутки культивирования на МПБ. Грамположительная.

По физиолого-биохимическим свойствам все культуры аэробные, грам положительные, хорошо растут при 3-7% NaCl, желатину, крахмал и мочевины разжижают, разлагают казеин и тирозин, газ из нитратов не образуют 1, 11 и 26 культуры, реакция Фогес-Проскауэра отрицательна у 1 и 11 культуры, высокой нуклеазной, лицетиназной и каталазной активностью обладают 1, 11 и 26 культуры. Все культуры образуют кислоты из глюкозы, арабинозы, ксилозы, маннита, температура роста: opt - 29-30<sup>0</sup>С, max. – 39-42<sup>0</sup>С, рост на безазотистой среде Эшби – слабый.

На основании изучения культурально – морфологических и физиолого-биохимических признаков отобранные активные культуры отнесены нами к сем. *Bacillaceae*, роду *Bacillus*, видам *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. subtilis* BS-26, *B. polymyxa* BP-700, *B.sp.*, 701.

**3.3. Биосурфактанты фосформобилизующих бактерий.** Биосурфактанты – чрезвычайно разнообразная группа соединений – активных молекул, синтезируемых микроорганизмами. Биосурфактанты классифицируют, главным образом, на основании их химического строения и их микробного происхождения (I.D. Desai et.al., 1997). В целом, их структура включает:

- гидрофильную сферу, область, содержащую аминокислоты или катионы (анионы) пептид; моно, ди- или полисахариды и
- гидрофобную область, содержащую ненасыщенные, насыщенные жирные кислоты.

Типичные био-ПАВ, синтезируемые микроорганизмами, представлены гликолипидами, липопротеинами, липополисахаридами и жирными кислотами. Большинство известных биосурфактантов являются гликолипидами. Известен целый ряд циклических липопептидов, включая антибиотики (грамицидин) и липопептидные антибиотики (полимиксины) синтезируемые *B. brevis* и *B. polymyxa*. Циклический липопротеид (сурфактин), синтезируемый *B. subtilis* ATCC 21332 является одним из мощнейших биосурфактантов, выделенный кислотной обработкой он содержал до 30% липидов и 1% белка. Методом аналитической ТСХ было показано наличие в смеси внеклеточных липидов культуры *Bacillus sp.*, C-14 пептидолипида, гликолипида и неидентифицированных липидов (С.А. Елисеев и др., 1990).

В настоящее время заметно возрос интерес к липидам со стороны всех направлений медико-биологической науки. Прежде всего это связано с теми функциями, которые липиды выполняют в организме растений, животных и человека. В высших растениях содержатся главным образом жирные кислоты с длинной и неразветвленной цепью из 16 и 18 углеродных атомов, а именно пальмитиновая и стеариновая, которые оказывают существенное влияние на ростстимулирующую, корнеобразующую способность растений, а также на подавление фитопатогенов, вызывающих болезни растений.

Уровень синтеза биосурфактантов, синтезируемых фосформобилизующими бактериями оценивали по восстановлению поверхностного натяжения бактериальной суспензией и культуральной жидкостью после

центрифугирования при 7000 об/мин. На рис. 7 представлены данные о способности монокультур снижать поверхностное натяжение среды. Для наибольшего продуцирования биоПАВ в питательную среду (пептонная вода + глюкоза) добавляли подсолнечное масло в количестве 2,5 мл/300 мл среды. Наилучший результат получен у штаммов *B. polymyxa* BP-700 и *B.sp.*,701 на 5-е сутки опыта поверхностное натяжение ( $\sigma$ ) снижалось до 50,8 мН/м и 51,3 мН/м соответственно. У штамма *B. megaterium* BM-1 на 7-е сутки опыта  $\sigma = 55,5$  мН/м, у штамма *B. subtilis* BS-26 на 3-5-е сутки опыта  $\sigma = 57-56,8$  мН/м.

Исследования, проведенные с новой питательной средой на основе водного экстракта биокомпоста выявили изменение поверхностного натяжения среды штаммом *B. subtilis* BS-26 в зависимости от её ростовой активности. Данные представленные в табл.1 показывают, что наилучший результат был получен через 14 суток опыта, где  $\sigma$  бактериальной суспензии была равна 34,8 мН/м. После центрифугирования бактериальной суспензии при 7000 об/мин мы исследовали культуральную жидкость, но  $\sigma$  её была выше – 45,38 мН/м, в то время как  $\sigma_{\text{воды}} = 68,51$  мН/м, а  $\sigma_{\text{пит.среды}} = 54,66$  мН/м.

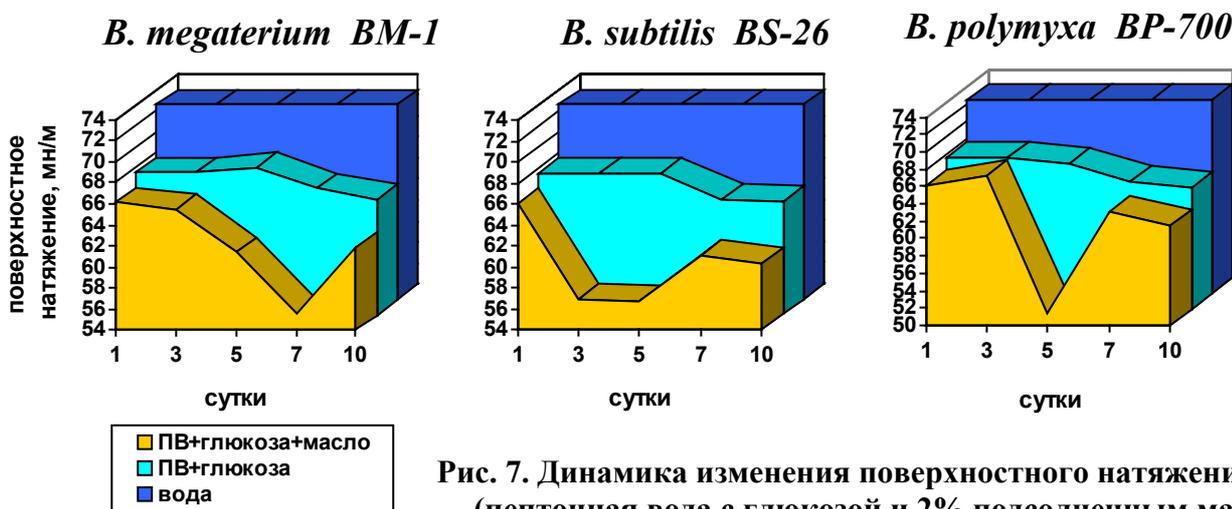


Рис. 7. Динамика изменения поверхностного натяжения среды (пептонная вода с глюкозой и 2% подсолнечным маслом) под действием фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus*

Таблица 1.

Изменение поверхностного натяжения новой питательной среды с водным экстрактом биокомпоста культурой *B. subtilis* BS-26 в динамике глубинного культивирования (мН/м)

Вариант	сутки								
	3	4	5	7	10	12	14	18	20
бактериальная суспензия	48,8	46,6	48,5	45,9	43,92	44,16	<b>34,8</b>	37,08	36,6
культуральная жидкость	47,09	45,38	47,8	43,9	45,38	46,8	<b>45,38</b>	44,4	46,6

Параллельно определяли титр клеток штамма *B. subtilis* BS-26 в динамике глубинного культивирования на протяжении 14 суток. Данные, представленные в табл. 2 показывают, что титр клеток *B. subtilis* BS-26

повышался на 2 порядка на 3-и сутки опыта и составлял  $1,2 \times 10^9$  кое/мл по сравнению с исходным титром -  $1,8 \times 10^7$  кое/мл. Максимальное накопление биомассы было обнаружено на 14 сутки опыта, где титр клеток повысился на 3 порядка - до  $1,2 \times 10^{10}$  кое/мл по сравнению с исходным. Именно на этот период (14 сутки) приходится максимальное снижение поверхностного натяжения (34,8 мН/м).

**Таблица 2.**

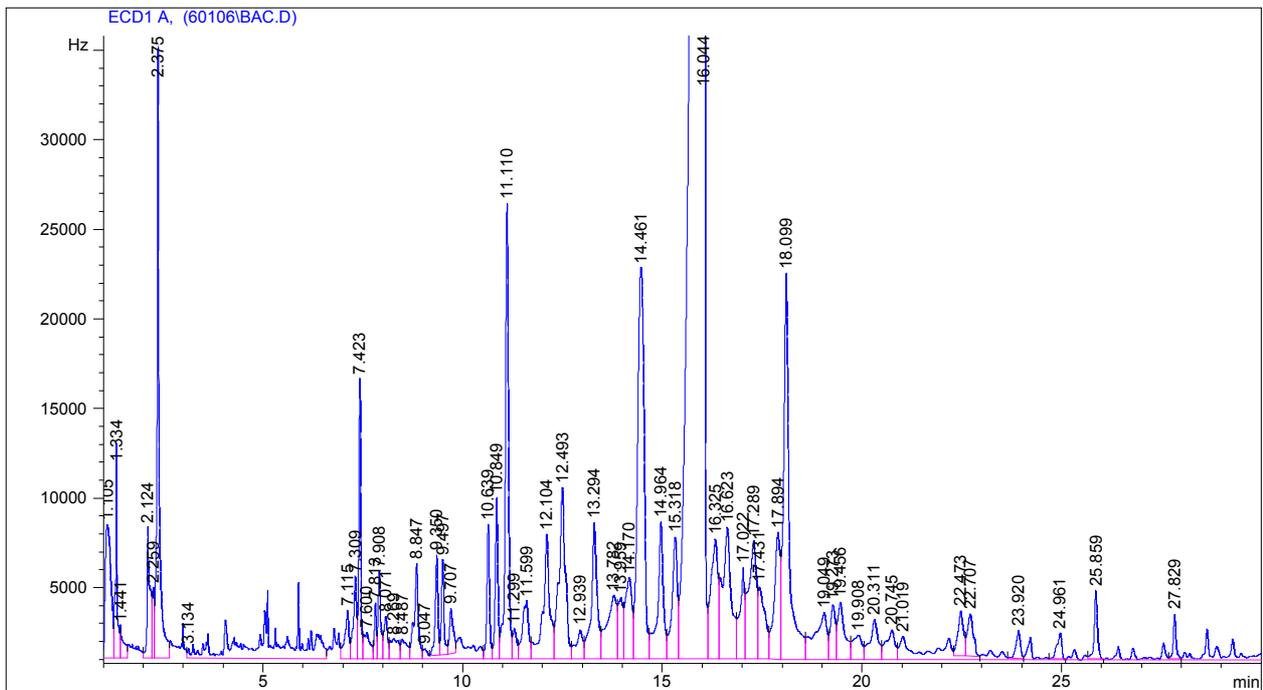
**Ростовая активность *B. subtilis* BS-26 на новой питательной среде с водным экстрактом биокомпоста в динамике глубинного культивирования (кое/мл)**

исходный титр	сутки						
	3	4	5	7	10	12	14
$1,8 \times 10^7$	$1,2 \times 10^9$	$1,7 \times 10^9$	$2 \times 10^9$	$3,5 \times 10^9$	$7 \times 10^9$	$9,5 \times 10^9$	$1,2 \times 10^{10}$

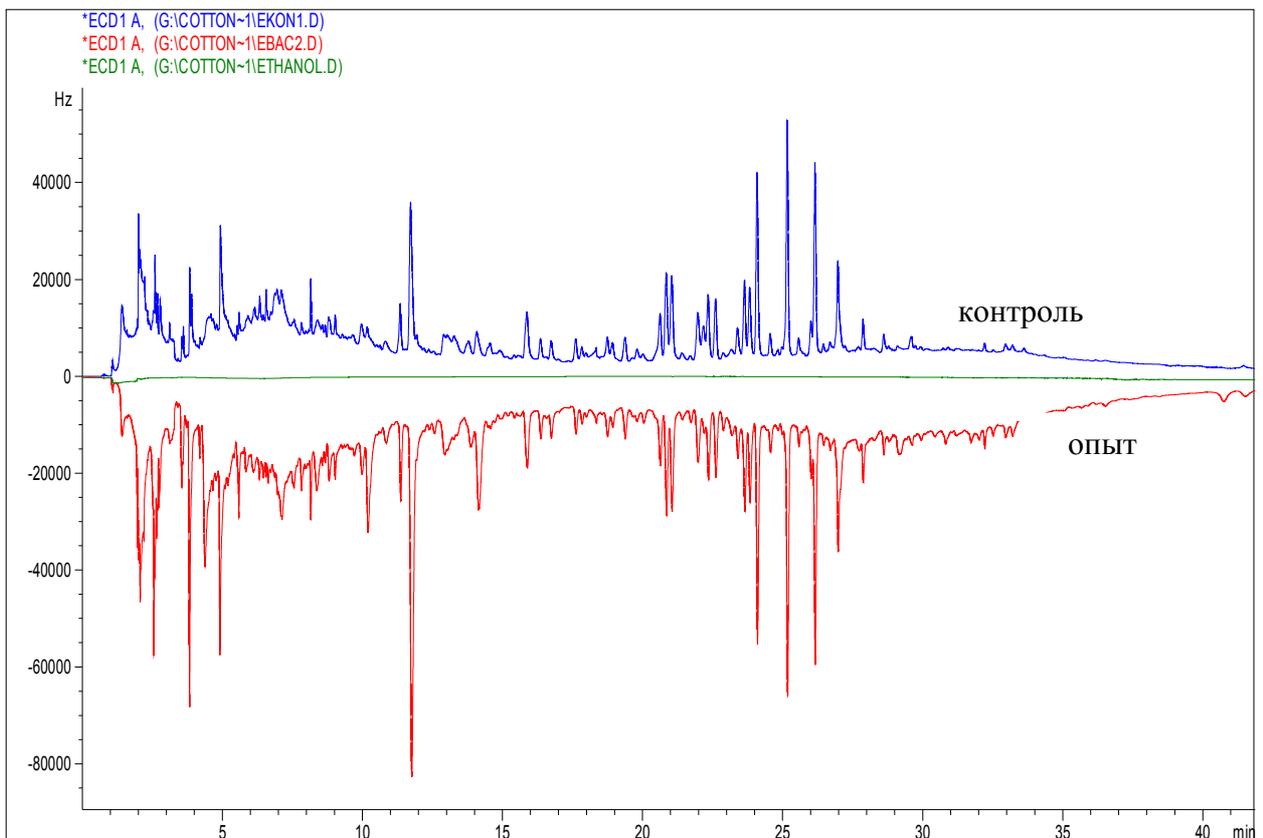
Методом ГЖХ определено, что биосурфактанты *B. subtilis* BS-26 представлены 4 видами одноосновных насыщенных карбоновых жирных кислот. На рис. 8 представлена хроматограмма гексанового экстракта из биомассы *B. subtilis* BS-26. Анализ хроматограммы позволил выявить следующие насыщенные жирные кислоты: каприновую, пальмитиновую, миристиновую, стеариновую, которые вероятнее всего, оказывают прямое растворяющее действие на труднодоступные фосфаты почв, переводя их в усвояемую форму.

Нами изучено содержание свободных жирных кислот в 20-дневных проростках хлопчатника. Сравнение хроматограмм контрольных и опытных растений показало, что проростки, выросшие из бактеризованных *B. subtilis* BS-26 семян содержали в 1,5 -2 раза больше жирных кислот в сухой массе растений по сравнению с контрольными (без бактерий). В 20-дневных проростках хлопчатника обнаружено наличие 9 жирных кислот: С16:0 гексадекановая (пальмитиновая), С18:0 октадекановая (стеариновая), С17:0 гептадекановая (маргариновая), С18:2 октадекадиеновая (линолевая), С22:0 докозановая (бегеновая), низкомолекулярные жирные кислоты – каприновая С10, лауриновая С12, миристиновая С14 и мелиссовая (рис.9).

Таким образом, на основании проведенных экспериментов можно сделать предположение о том, что увеличение содержания свободных жирных кислот в проростках хлопчатника, вероятнее всего, связано с образованием биоПАВ липидной природы штаммом *B. subtilis* BS-26. Бактерии, активно колонизируя корни хлопчатника и выделяя жирные кислоты, растворяют труднодоступные фосфаты почвы, а растения, активно усваивают фосфат ионы из почвы для синтеза фосфолипидов.



**Рис. 8. Хроматограмма гексанового экстракта из биомассы *B.subtilis BS-26***



**контроль – экстракт проростков из семян, замоченных в воде**  
**опыт - экстракт проростков из семян, обработанных *B.subtilis BS-26***

**Рис. 9. Хроматограмма спиртовых экстрактов 20-дневных проростков хлопчатника, выращенных на безудобренном фоне**

**3.4. Антагонистическая активность фосформобилизирующих бактерий р. *Bacillus*.** Большой ущерб сельскому хозяйству наносят грибные и бактериальные болезни растений. Основной причиной являются инфицированные семена и благоприятные условия в почве для развития и накопления фитопатогенной микрофлоры. Кроме того, химические препараты, предназначенные для борьбы с болезнями растений, ядовиты, а обработка семян фунгицидами замедляет получение полных всходов, особенно в экстремальных для прорастания условиях (холодная погода, недостаток или избыток влаги, почвенная корка и т.д.). Наиболее перспективным в настоящее время является применение биологических методов борьбы с возбудителями болезней и возможность практического использования микробов-антагонистов и продуктов их жизнедеятельности в борьбе с фитопатогенами.

Повреждение посевов хлопчатника грибными и бактериальными болезнями ежегодно приводит к снижению урожайности. Поскольку фосформобилизирующие бактерии предполагается использовать для предпосевной обработки семян, была исследована антагонистическая активность бактерий против основных возбудителей болезней хлопчатника – *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* и *Alternaria alternata*, вызывающих вертициллезный и фузариозный вилт, корневую гниль и альтернариоз хлопчатника.

В результате опытов установлено, что все изученные штаммы обладали антагонистической активностью по отношению к *V. dahliae*. Наибольшая зона угнетения роста патогена *V. dahliae* наблюдалась у *B.subtilis* BS-26 и *B. polymyxa* BP-700 ( $d_{3,y} = 90-70$  мм). Штамм BM-1 уступал по зоне угнетения роста *V. dahliae* ( $d_{3,y} = 35$ мм). D зоны угнетения *V. dahliae* ассоциацией из 3х штаммов (BM-1+BS-26+BP-700) составлял 75мм. Высокую антагонистическую активность к *F. oxysporum* показал штамм *B.subtilis* BS-26 и ассоциация из 3-х штаммов. Ингибирование роста *R. solani* на 77-94% выявлено у *B. polymyxa* BP-700 и *B.subtilis* BS-26, а также у ассоциации из 3-х штаммов (88%). Высокая антагонистическая активность по отношению к *A.alternata* выявлена у штамма *B.subtilis* BS-26 и ассоциации из 3-х штаммов (ингибирование роста патогена 80-88%) (табл.3).

Для выяснения возможности использования антагонистов для борьбы с грибковыми заболеваниями хлопчатника были поставлены лабораторные опыты, в которых искусственным путем была спровоцирована заболеваемость хлопчатника корневой гнилью – в случае одновременного нанесения на семена инфекции в виде спор гриба - патогена и последующей бактериализации семян фосформобилизирующими бактериями; и в другом случае, где на искусственно зараженный почвенный фон были высеяны бактериализованные семена.

Результаты опыта показали, что в контроле из 5-ти посеянных семян взойшло 1 семя (20% всходов) и проросток хлопчатника развивался слабо, так как искусственное заражение семян *R. solani* усиливало заболевание растений

Таблица 3.

**Антагонистическая активность фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* по отношению к фитопатогенным грибам хлопчатника**

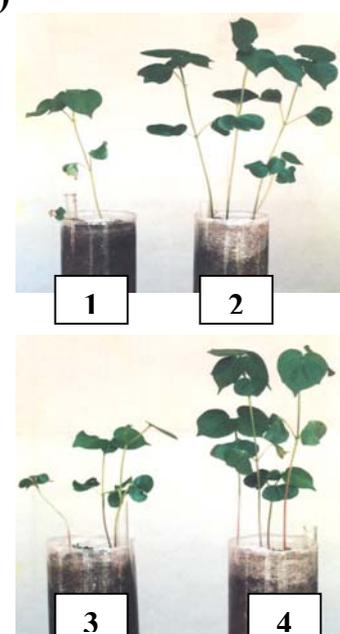
Штаммы бактерий	Ингибирование роста фитопатогенных грибов									
	<i>Verticillium dahliae</i>		<i>Fusarium oxysporum</i>		<i>Fusarium solani</i>		<i>Rhizoctonia solani</i>		<i>Alternaria alternata</i>	
	d, мм	%	d, мм	%	d, мм	%	d, мм	%	d, мм	%
<i>BM-1</i>	35	38	35	38	40	44	12	13	40	44
<i>BS-26</i>	90	100	90	100	80	88	85	94	72	80
<i>BP-700</i>	70	77	25	22	70	77	70	77	54	60
<i>B.sp., 701</i>	20	22	40	44	20	22	20	22	27	30
<i>BMVP-11</i>	0	0	10	11	12	13	10	11	0	0
<i>АБ (BM-1, BS-26, BP-700)</i>	75	83	70	77	75	83	80	88	80	88

корневой гнилью. При бактеризации семян фосформобилизующими бактериями процент проросших здоровых растений составил 80%. В варианте, где почва была искусственно заражена *R. solani* хотя и вошло 60% всходов (3 семени из 5-ти), но рост их заметно отличался от всходов из бактеризованных семян (80%) (табл.4, рис.10).

Таблица 4.

**Влияние ассоциации фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* (*BM-1*, *BS-26*, *BP-700*) на всхожесть семян хлопчатника на искусственно зараженном *Rhizoctonia solani* фоне (через 30 суток опыта)**

Вариант опыта	кол-во посеянных семян, шт.	лабораторная всхожесть	
		кол-во всходов, шт.	%
1. контроль - семена обработаны <i>R.solani</i>	5	1	20
2. опыт - семена обработаны <i>R.solani</i> и ассоциацией бактерий <i>p. Bacillus</i>	5	4	80
3. контроль - почва заражена <i>R.solani</i> , семена замочены в воде	5	3	60
4. опыт - почва заражена <i>R. solani</i> , семена обработаны ассоциацией бактерий <i>p. Bacillus</i>	5	4	80



**Рис.10. Развитие проростков хлопчатника на зараженном *R. solani* фоне**

На основании проведенных исследований по изучению антагонистической активности фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* по отношению к фитопатогенам хлопчатника можно сделать вывод о том, что интродукция фосформобилизующих бактерий-антагонистов может привести к активному вытеснению фитопатогенов из почвы и с растений и оздоровлению последних. Кроме того, нами отмечен еще и стимулирующий эффект бактериализации семян на рост и развитие проростков хлопчатника – бактеризованные растения были выше контрольных в среднем на 5-6 см, за счет того, что почва вокруг семени обогащается полезными бактериями и продуктами их жизнедеятельности, и что особенно важно, корневая система бактеризованных растений остается чистой и не покрывается темнопигментированными грибами, препятствующими росту растений.

**3.5. Деструкция хлорорганических пестицидов.** Штамм *B. subtilis BS-26* обладает высокой деструктивной активностью по отношению к хлорорганическим пестицидам, таким как гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и полихлорированные бифенилы (ПХБ).

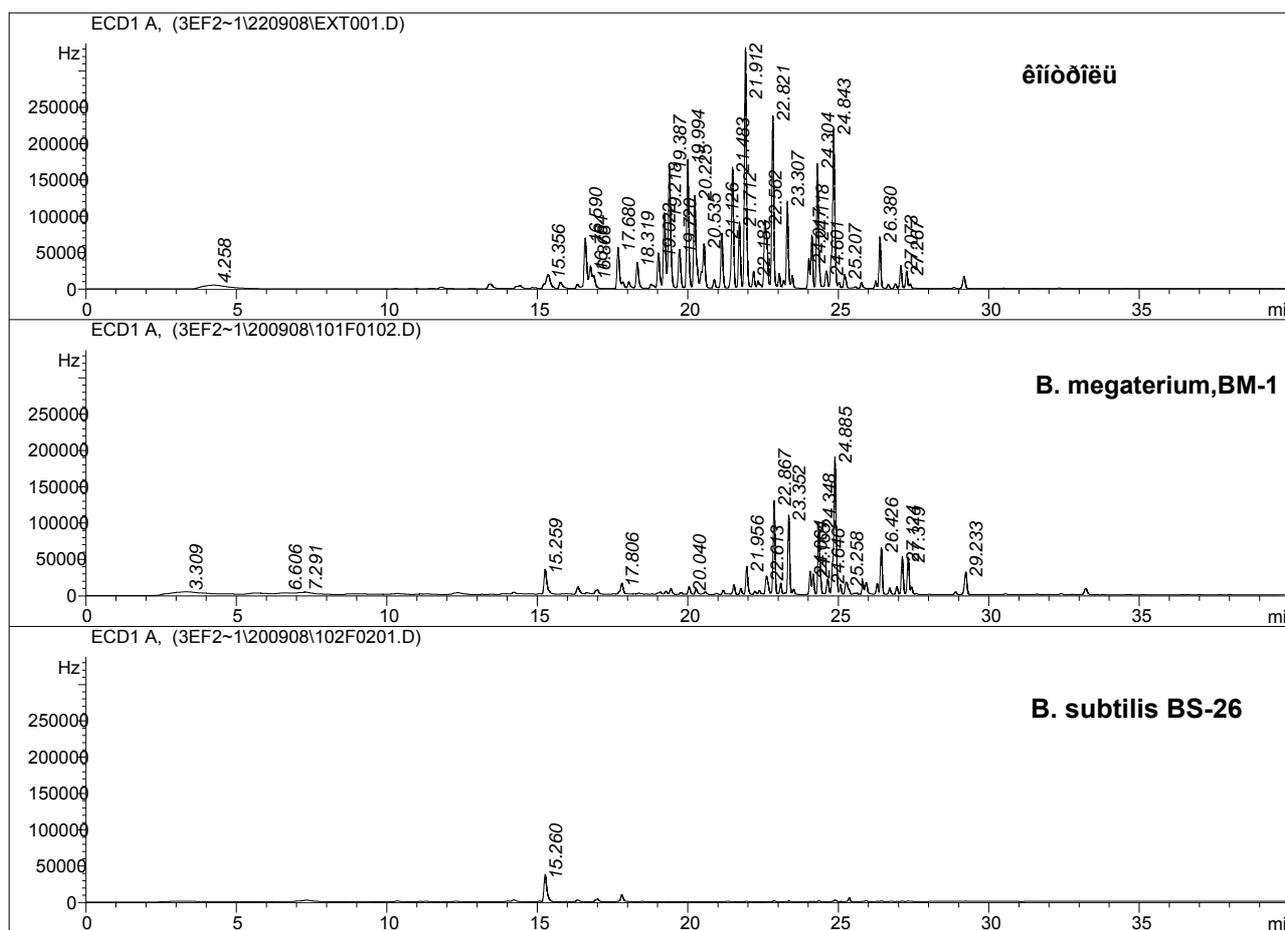
Обнаружено, что при инкубации образцов почвы *B.subtilis BS-26* в течение месяца содержание ГХЦГ существенно снизилось с 2041,56 нг/г почвы до 14,21 нг/г почвы, т.е. в 146 раз (табл.5).

**Таблица 5.**

**Содержание ГХЦГ в почвенных образцах после инкубации  
*Bacillus subtilis BS-26***

Вариант опыта	Количество обнаруженного через 1 месяц ГХЦГ, нг/г почвы
Контроль - почва (50 г) + ГХЦГ (2 мкг)	2041,56
Опыт – почва (50 г) + ГХЦГ (2 мкг) + <i>B.subtilis BS-26</i>	14,21

Нами исследована ПХБ-деструктивная активность фосформобилизующих бактерий. Данные хроматографического анализа представлены на рис. 11. Установлено, что процесс деструкции меченных тритием ПХБ происходит в течение 4 месяцев. Необходимо отметить, что концентрация внесенного меченного тритием ПХБ в образцах была достаточно высока – 0,5 мг/г почвы. Поэтому наблюдаемое значительное уменьшение количества ПХБ за 2 месяца на 28% и за 4 месяца на 55% в образцах свидетельствует об усиленной ПХБ - деструктивной активности штамма *B. subtilis BS-26*.



**Рис. 11. Хроматограммы гексановых экстрактов из образцов почв с ПХБ, инкубированных *B. megaterium* BM-1 и *B. subtilis* BS-26**

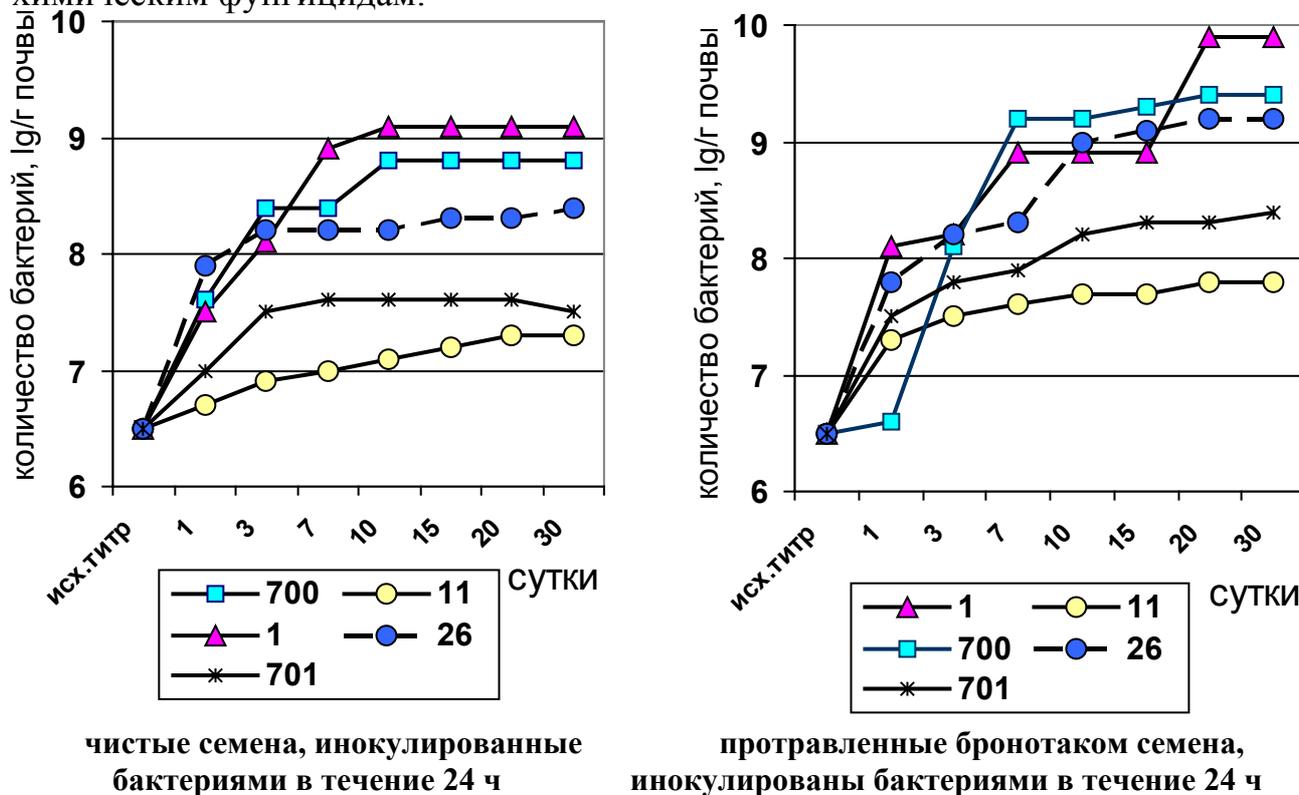
**3.6. Приживаемость фосформобилизующих бактерий р. *Vacillus* в ризосфере хлопчатника.** Использование активных штаммов фосформобилизующих бактерий для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур предполагает изучение устойчивости этих штаммов к пестицидам, широко используемых для протравливания семян.

Критерии подбора компонентов бактериальных ассоциаций и условия их активного функционирования в настоящее время мало изучены, как и вопросы, связанные с выживаемостью компонентов ассоциаций и их динамикой в почве и на корнях растений (Турковская О.В. и др., 2005).

Нами изучена приживаемость монокультур фосформобилизующих бактерий в стерилизованной почве в ризосфере хлопчатника. Представленные на рис. 12 данные показывают различия в приживаемости и размножении фосформобилизующих бактерий в опытах с чистыми и протравленными пестицидами семенами хлопчатника. Максимальный титр интродуцированных бактерий зафиксирован на 7-10-30 сутки опыта (до  $10^9$  -  $10^{10}$  кое/г) вокруг протравленных бронотактом семян. Такое явление можно объяснить тем, что штамм *B. subtilis* BS-26 обладает способностью к деструкции хлорорганического пестицида – полихлорированного бифенила, входящего в состав протравителей семян. Используя ПХБ в качестве

источника питания *B. subtilis* BS-26 активно размножается вокруг семени. В опыте с чистыми семенами мы наблюдали более стабильное размножение бактерий на протяжении всего опыта. Наилучшие результаты по колонизации корешков мы наблюдали при бактеризации семян штаммами *B. megaterium* BM-1, *B. polymyxa* BP-700 и *B. subtilis* BS-26.

В результате проведенных опытов можно сделать вывод о том, что фосформобилизующие бактерии являются устойчивыми по отношению к пестициду бронотак и могут активно размножаться в его присутствии. Однако, по результатам наших исследований, для предпосевной обработки семян хлопчатника лучше использовать чистые, непотравленные семена, так как фосформобилизующие бактерии, обладая высокой антагонистической активностью против фитопатогенов, могут вполне стать альтернативой химическим фунгицидам.



**Рис. 12. Приживаемость активных штаммов фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* в стерилизованной сероземной почве и колонизация ими корешков хлопчатника в динамике роста проростков (лабораторный опыт)**

**3.7. Ростстимулирующая и корнеобразующая способность фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus*.** Ростстимулирующую и корнеобразующую способность 6 монокультур *BM-1*, *BMVP-11*, *BS-26*, *BP-700*, *B.sp.701* и *B.sp.105* проверяли в динамике роста и развития растений (хлопчатник, сахарная свекла, огурцы, картофель) на сероземной почве на разных фонах минерального удобрения в условиях лабораторных и вегетационных опытов. Бактеризацию семян с/х культур проводили с титром клеток монокультур  $3 \times 10^6$  кое/мл. Исследования показали, что высокой

ростстимулирующей и корнеобразующей способностью отличались 3 штамма фосформобилизующих бактерий - *BM-1*, выделенный из ризосферы хлопчатника, *BS-26* из почвы и *BP-700* из ризосферы сахарной свеклы, на основе которых была создана бактериальная ассоциация для технических культур (хлопчатник и сахарная свекла). В табл. 6 представлены данные по влиянию бактериализации семян ассоциацией из 3-х штаммов (*BM-1*, *BS-26*, *BP-700*) на высоту проростков хлопчатника на разных фонах минеральных удобрений. У бактериализованных проростков отмечена стимуляция по высоте и накоплению фитомассы. Особенно заметно увеличение веса растений: в 2 раза по сравнению с контролем (табл.7-8, рис.13).

Таблица 6.

**Влияние бактериальной ассоциации фосформобилизующих бактерий *p.Vacillus* на высоту проростков хлопчатника (средняя высота 1 проростка, см)**

Обработка семян	сутки			
	7	10	17	21
	<i>без удобрений</i>			
контроль - вода	3,6±0,2	6,6±0,2	9,1±0,1	11,2±0,1
АБ ( <i>BM-1, BS-26, BP-700</i> )	3,4±0,1	6,2±0,1	12,5±0,3	<b>14,5±0,2</b>
<i>NPК-100%</i>				
контроль - вода	6,0±0,6	7,8±0,1	13,0±0,1	15,3±0,1
АБ ( <i>BM-1, BS-26, BP-700</i> )	6,0±1,2	<b>11,1±0,3</b>	<b>18,5±0,2</b>	20,7±0,1
<i>NPК-50%</i>				
контроль - вода	7,0±0,2	9,1±0,1	11,8±0,1	13,3±0,2
АБ ( <i>BM-1, BS-26, BP-700</i> )	7,0±0,4	8,5±0,3	8,8±0,1	<b>17,5±0,3</b>

Примечание:  $P < 0,05$  - достоверно по отношению к контролю

Таблица 7.

**Влияние бактериальной ассоциации фосформобилизующих бактерий *p.Vacillus* на сырой вес 20-дневных проростков хлопчатника (средний вес 1 проростка на фоне NPК-100%)**

Обработка семян	Общий вес растений, г	Вес листьев и стеблей, г	Вес корней, г
контроль - вода	3,56±0,1	3,47±0,1	0,09±0,1
АБ ( <i>BM-1, BS-26, BP-700</i> )	<b>6,65±0,2</b>	<b>6,47±0,2</b>	<b>0,18±0,4</b>

Примечание:  $P < 0,05$  - достоверно по отношению к контролю

Таблица 8.

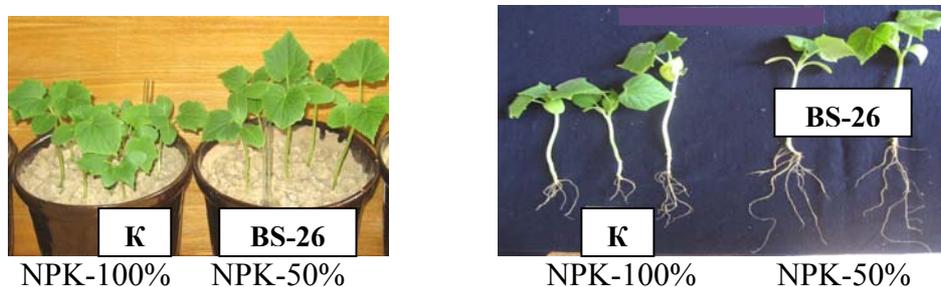
**Влияние бактериальной ассоциации фосформобилизующих бактерий *p.Vacillus* на сухой вес 20-дневных проростков хлопчатника (средний вес 1 проростка на фоне NPК-100%)**

Обработка семян	Общий вес растений, г	Вес листьев и стеблей, г	Вес корней, г
контроль - вода	0,40±0,2	0,35±0,03	0,05±0,02
АБ ( <i>BM-1, BS-26, BP-700</i> )	<b>0,84±0,32</b>	<b>0,69±0,04</b>	<b>0,15±0,03</b>

Примечание:  $P < 0,05$  - достоверно по отношению к контролю



**Рис.13. Влияние бактериальной ассоциации из 3-х штаммов фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* на рост проростков сахарной свеклы (А) и корнеобразование хлопчатника (В)**



**Рис. 14. Влияние фосформобилизующего штамма *B. subtilis BS-26* на рост проростков и корнеобразование огурцов**

Аналогичные данные по ростстимулирующей способности фосформобилизующих бактерий и накоплению биомассы проростков были получены при бактериализации семян сахарной свеклы ассоциацией из 3-х штаммов на разных фонах удобрений (минеральных -NPK, органических – навоз и биологических – биокомпост). Лучшая ростстимулирующая и корнеобразующая способность на проростках овощных культур выявлена у штамма *B. subtilis BS-26* (рис.14).

Таким образом, на основании совокупности полученных данных о свойствах местных штаммов фосформобилизующих бактерий, отобраны 3 перспективных штамма - *B. megaterium BM-1*, *B. polymyxa BP-700* и *B. subtilis BS-26* для приготовления на их основе нового бактериального удобрения Fosstim-1 для технических культур (хлопчатника и сахарной свеклы).

Для приготовления нового бактериального удобрения Fosstim-3 для овощных культур (огурцы и картофель) отобран штамм *B. subtilis BS-26*, который минерализует органические и растворяет минеральные труднодоступные почвенные фосфаты (фитин, ДНК, трикальцийфосфат, глицерофосфат), солеустойчив, засухоустойчив, обладает ростстимулирующей и корнеобразующей активностью, фунгицидными и фунгистатическими свойствами по отношению к почвенным фитопатогенам (*Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria alternata*), обеспечивает дружные, полноценные всходы.

#### **Глава 4. Разработка биотехнологии получения бактериальных удобрений серии Fosstim на основе активных штаммов фосформобилизирующих бактерий**

К факторам, оказывающим влияние на качество биопрепаратов, полученных в результате глубинного культивирования, относятся ингредиенты питательной среды, их количество, активная кислотность, температурный режим и аэрация. Оптимальное соотношение всех параметров культивирования определяют способность микроорганизмов к размножению и сохранению свойств (Алещенкова З.М. и др., 2007). В современной литературе имеются сведения о запатентованных питательных средах для массового культивирования фосформобилизирующих бактерий – глюкозо-аспарагиновая питательная среда (Мильто М.И., 1978), среда с кукурузным экстрактом (Бердский з-д, 1970), среда Talf (Кишш Дьердь, 2001) и др.

Из-за высокой стоимости реагентов, входящих в состав питательных сред и трудностей, связанных с приобретением некоторых из них, увеличивается себестоимость бактериальных удобрений. В целях удешевления стоимости питательных сред была предпринята попытка заменить дорогостоящие и дефицитные реактивы на более дешевые, доступные и изучить их эффективность. Для исследований были отобраны водные экстракты биокомпоста (ВЭБК) и птичьего помета (ВЭПП), изучен их химический состав (табл.9).

**Таблица 9.**

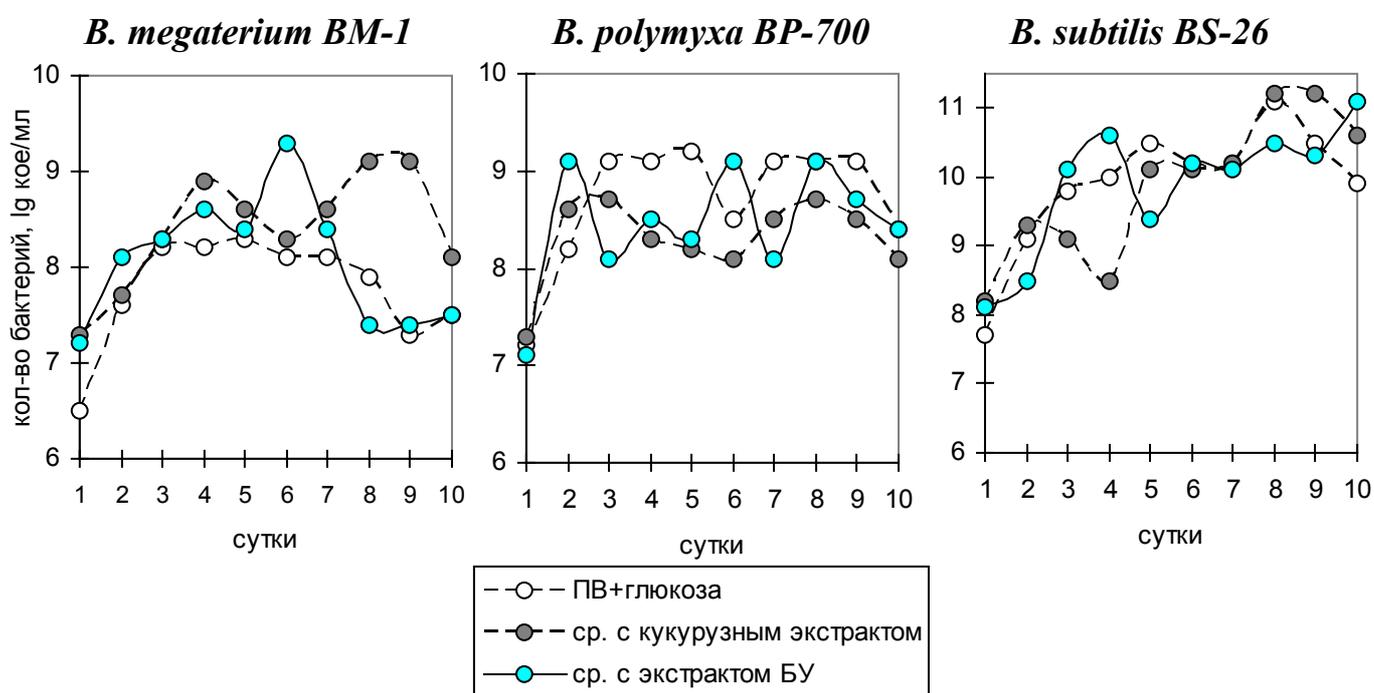
##### **Химический состав водных экстрактов биокомпоста и птичьего помета (5:1)**

Показатели	водный экстракт биокомпоста (ВЭБК)	водный экстракт птичьего помета (ВЭПП)
Органическое в-во, %	21	67,5
P общий, мг/л	0,022	0,081
N общий, мг/л	0,013	0,074
Ca, г/л	0,9	0,15
Mg, г/л	0,2	0,03
Na, г/л	0,04	0,01
K, г/л	0,14	0,04
SO <sub>4</sub> , г/л	0,75	0,12
HCO <sub>3</sub> , г/л	0,52	0,17
Cl, г/л	0,1	0,2
pH	8,2	8,6

Выявлено высокое содержание органических веществ и макроэлементов в составе водных экстрактов, что позволяет использовать их в качестве питательной среды для культивирования фосформобилизирующих бактерий. Изучено влияние 4х концентраций ВЭБК (50, 100, 250 и 500 мл/л) и 4х концентраций мелассы (20, 40, 50 и 60 мл/л) в составе питательной среды на ростовую активность фосформобилизирующих

бактерий. В результате отобраны эффективные концентрации в составе новой питательной среды: водный экстракт биокомпоста – 50 мл/л, меласса – 40 мл/л, NaCl – 1 г/л.

Результаты изучения динамики роста активных штаммов фосформобилизующих бактерий на пептонной воде с глюкозой, среде с кукурузным экстрактом и новой питательной среде с водным экстрактом биокомпоста и мелассой показали, что максимальной плотности ( $3,0 \times 10^9$  кое/мл) популяция *B. megaterium* BM-1 достигает через 6 суток культивирования на новой среде, другой штамм *B. polymyxa* BP-700 – ( $1,1 \times 10^9$ ) на 2 сутки и *B. subtilis* BS-26 ( $1 \times 10^{10}$  и  $6 \times 10^{10}$  кое/мл.) на 3 и 4 сутки глубинного культивирования при скорости вращения качалки 200 об./мин и температуре 28-29<sup>0</sup>С (рис. 15).

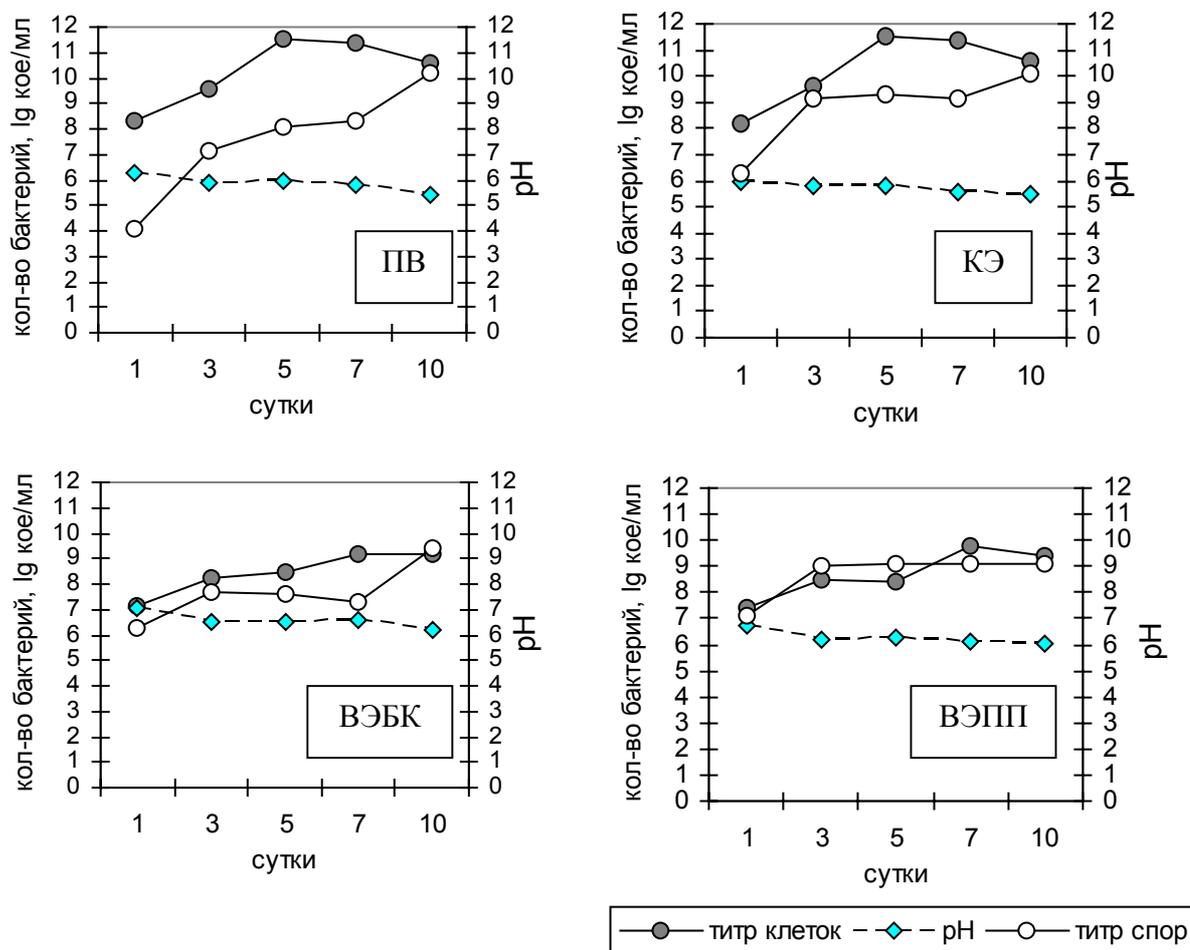


**Рис. 15. Динамика ростовой активности фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* на различных питательных средах**

Дальнейшие исследования были посвящены изучению способности бактерий расти на среде, содержащей только водные экстракты биокомпоста и птичьего помета. На основании проведенных исследований по ростовой активности штаммов на средах с различными концентрациями водного экстракта биокомпоста и птичьего помета (50, 100, 250 и 500 мл/л) отобрана наилучшая концентрация в 250 мл/л.

Результаты сравнительного изучения динамики рН, ростовой активности и спорообразования *B. subtilis* BS-26 на пептонной воде с глюкозой (ПВ), среде с кукурузным экстрактом (КЭ) и новых питательных средах с водным экстрактом биокомпоста (ВЭБК) и водным экстрактом птичьего помета (ВЭПП) показали, что спорообразование зависит от состава питательной среды. На пептонной воде с глюкозой и среде с водным

экстрактом биокомпоста наблюдается слабое спорообразование на протяжении 7 суток опыта. Наибольший титр спор  $10^9 - 10^{10}$  кое/мл получен на 10-е сутки лабораторного опыта. Наиболее стабильная динамика спорообразования наблюдалась на среде с водным экстрактом птичьего помета. Начиная с 3 по 10 сутки опыта титр спор составлял  $10^9$  кое/мл (рис.16). Аналогичные данные получены для *B. megaterium* VM-1 и *B. poytuxa* BP-700.



**Рис. 16. Динамика pH, ростовой активности и спорообразования *Bacillus subtilis* BS-26 на различных питательных средах**

Проведенные исследования показывают возможность использования в качестве питательной среды для массового культивирования активных штаммов фосформобилизующих бактерий водный экстракт птичьего помета в количестве 250 мл/л, который может вполне заменить стандартную производственную питательную среду с кукурузным экстрактом.

Определены оптимальные способы и режимы культивирования бактерий на среде с ВЭПШ: pH – 6,8-6,0; температура – 28-30<sup>0</sup>С, сроки глубинного культивирования – 72 часа, обеспечивающие высокую продуктивность бактерий с титром спор в  $10^9$  кое/мл.

Таким образом, на основании проведенных исследований нами разработаны технические условия, лабораторный регламент на малотоннажное производство, технологическая и аппаратурная схема производства жидкой препаративной формы бактериальных удобрений серии Fosstim, марок Fosstim-1 и Fosstim-3.

Одним из основных условий эффективности бактериальных удобрений является применение их на почвах, богатых органическими веществами или по фону органических или органо-минеральных удобрений. Органическое вещество способствует мобилизации почвенных и новообразованных фосфатов, снижая темпы перехода легкорастворимых фракций в труднорастворимые формы. Вид органического удобрения отражается на ходе микробиологических процессов в почве. Поэтому перед нами стояла задача создания нового органического удобрения, предназначенного для восстановления биоценоза почв с обеспечением улучшения роста и развития растений, ускорения созревания урожая и усиления устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды.

## **Глава 5. Разработка биотехнологии получения биокомпоста *Віокот* на основе растительных остатков и фосформобилизирующих бактерий *p. Bacillus***

В практике сельского хозяйства многих стран мира широко применяются различные компосты на основе торфа и навоза с фосфоритной мукой, а также заправка фосфоритной муки в почву вместе с растительными остатками. При этом увеличивается количество легкоусвояемой фосфорной кислоты за счет растворения фосфорита и повышается урожай (Илялетдинов, 1966; Foster, 1989; Hoflich G., 1991; Сидоренко, 1993; Doring, 2000; Cornis, 2001; Larsen, 2002). Навозно-фосфоритные и торфо-фосфоритные компосты хорошо зарекомендовали себя в разных почвенных зонах. Американские исследователи (Seath et.al., 1995) определили, что обогащение почвы органическим веществом (навоз, солома) благоприятствовало росту растений и усвоению ими фосфора из фосфоритов.

Для повышения эффективности фосфорито-торфяных компостов некоторые исследователи (Самойлов, 1956; Березова и др., 1956) проводили их бактеризацию. В компосты вносили микроорганизмы, расщепляющие трехкальциевый фосфат и азотобактер. Этот прием способствовал увеличению количества усвояемой фосфорной кислоты и повышению биогенности компостов.

А.Ю. Винаров и др. (2002) разработали биотехнологию ускоренной переработки навоза и получения биоорганического удобрения, используя совместное культивирование консорциума культур *Arthrobacter simplex*, *Endomycopsis fibuligera*, *Trwinia species*, обеспечивающее изменение видового состава микрофлоры навоза и сопровождаемое ускоренной деструкцией и переработкой органического субстрата исходного сырья – смеси навоза, опилок и торфа.

Н.И. Кисилёва, Г.А. Жариков, Н.Р. Дядищев (2003) разработали технологию получения комбинированного биоудобрения, улучшающего агрохимические показатели почвы, а также обладающего фунгицидными и ростстимулирующими свойствами для растений. В основе биоудобрения использовали биологически активный, экологический безопасный биогумус, получаемый в результате вермикомпостирования различных органических отходов. В качестве биофунгицидов использовали штамм бактерий *Bacillus subtilis* или культуру микофильного гриба *Trichoderma viride*.

В Институте микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного на основе торфа, обогащенного фосфатмобилизующими и азотфиксирующими бактериями создано биоторфяное удобрение (БТУ). Применение биопрепаратов в составе биокомпоста является новым подходом к общепринятому их использованию (Патент № 21434115). Внесение в компост агрономически полезных микроорганизмов подразумевает то, что в условиях высокопитательного субстрата их развитие будет намного лучше, чем при прямом внесении в почву. При этом за счет повышенной жизнедеятельности микробов будет улучшаться минеральное питание растений (Винаров и др., 1998).

В Узбекистане подобные исследования не проводились, поэтому вопросы разработки и создания новых экологически чистых, эффективных и экономически рентабельных биокомпостов являются актуальными, своевременными и очень важными.

Одним из основных загрязнителей окружающей среды является лиственный опад. В настоящее время отсутствуют методы его утилизации, что создало ряд проблем, и в первую очередь - увеличение площадей свалок листьев. Кроме того, существует проблема утилизации биомассы высших водных растений после очистки сточных вод сельскохозяйственных предприятий (птицефабрик, свинокомплексов, животноводческих комплексов). Все возрастающее «зафосфачивание» почв порождает еще одну глобальную экологическую проблему – засоления почв, так как существует прямая корреляция между степенью зафосфаченности и степенью засоленностью почв. Решить вышеперечисленные проблемы возможно путем разработки биотехнологии получения биокомпоста на основе растительных остатков (лиственного опада и биомассы высших водных растений) и фосформобилизующих бактерий.

В результате проведенных многочисленных исследований по подбору компостируемых материалов и количественному соотношению компонентов в биокомпосте были отобраны самые эффективные соотношения компостируемых материалов (табл. 10).

Компостируемые материалы укладывались в компостную яму высотой 1 м послойно, одновременно проводилась их бактериализация ассоциацией из 4-х активных штаммов фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* с исходным титром клеток  $10^6$  кое/мл.

Известно, что органическая масса как в условиях естественного залегания, так и в процессе компостирования, подвергается существенным

Таблица 10.

## Компостируемые материалы и их количественные соотношения, %

биомасса высших водных растений после очистки сточных вод с/х производств (птицефабрики, свиногомплексы, животноводческие комплексы)	лист венный опад	почва	фосформобилизующие бактерии: <i>B. megaterium</i> BM-1, <i>B. megaterium</i> var. <i>phosphaticum</i> BMVP-11, <i>B. subtilis</i> BS-26, <i>B. polymyxa</i> BP-700	вода
45	15	10	0,01	30

изменениям под влиянием развивающихся микробиологических процессов и, следовательно, выявление закономерностей развития микрофлоры при компостировании представляет важную задачу, разрешение которой позволит ближе подойти к разработке теоретических основ и практических приемов компостирования с целью повышения удобрительной ценности органических удобрений.

В микробиологических исследованиях, выполненных под руководством Е.Ф. Березовой (1960), в качестве одного из критериев качественной оценки компостов признавались количественные показатели численности микроорганизмов, так как химические анализы содержания фосфора и других элементов часто не отражали истинной картины процессов, происходящих в компостах.

Наши исследования были направлены на выяснение хода микробиологических процессов в динамике в процессе компостирования при бактериализации компостируемых материалов ассоциацией фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus*. Компостирование осуществлялось при температуре 50-70<sup>0</sup>С и влажности 40-45% от полной влагоемкости.

Компостирование растительных остатков с местными активными штаммами фосформобилизующих бактерий показало возможность значительного усиления микробиологических процессов и ускорение прохождения стадии разложения растительных остатков, сменяющейся стадией переработки перегнойных веществ. В первоначальный период компостирования (1-2 месяца) интенсивнее протекают процессы разложения растительных остатков с образованием перегнойных веществ, осуществляемые аммонифицирующими, маслянокислыми бактериями и микромицетами. При разложении органического вещества компостируемых материалов происходит высвобождение содержащегося в нем азота в аммиачной (под действием аммонификаторов), нитратной (под действием нитрификаторов) и др. растворимых форм. Вместе с тем и далее на 3-4 месяца компостирования увеличивалась численность аэробных целлюлозоразлагающих, нитрифицирующих (на 1-1,5 порядка) и денитрифицирующих (незначительно в пределах порядка) микроорганизмов, участвующих в разложении гумусовых веществ и фосформобилизующих (на 1-2 порядка), участвующих в минерализации органических фосфорсодержащих соединений. В последующий период 4-5 месяца активно развивались

олигонитрофильные (на 1 порядок) и целлюлозоразлагающие микроорганизмы, участвующие в процессах освоения перегноя с образованием веществ корневого питания растений.

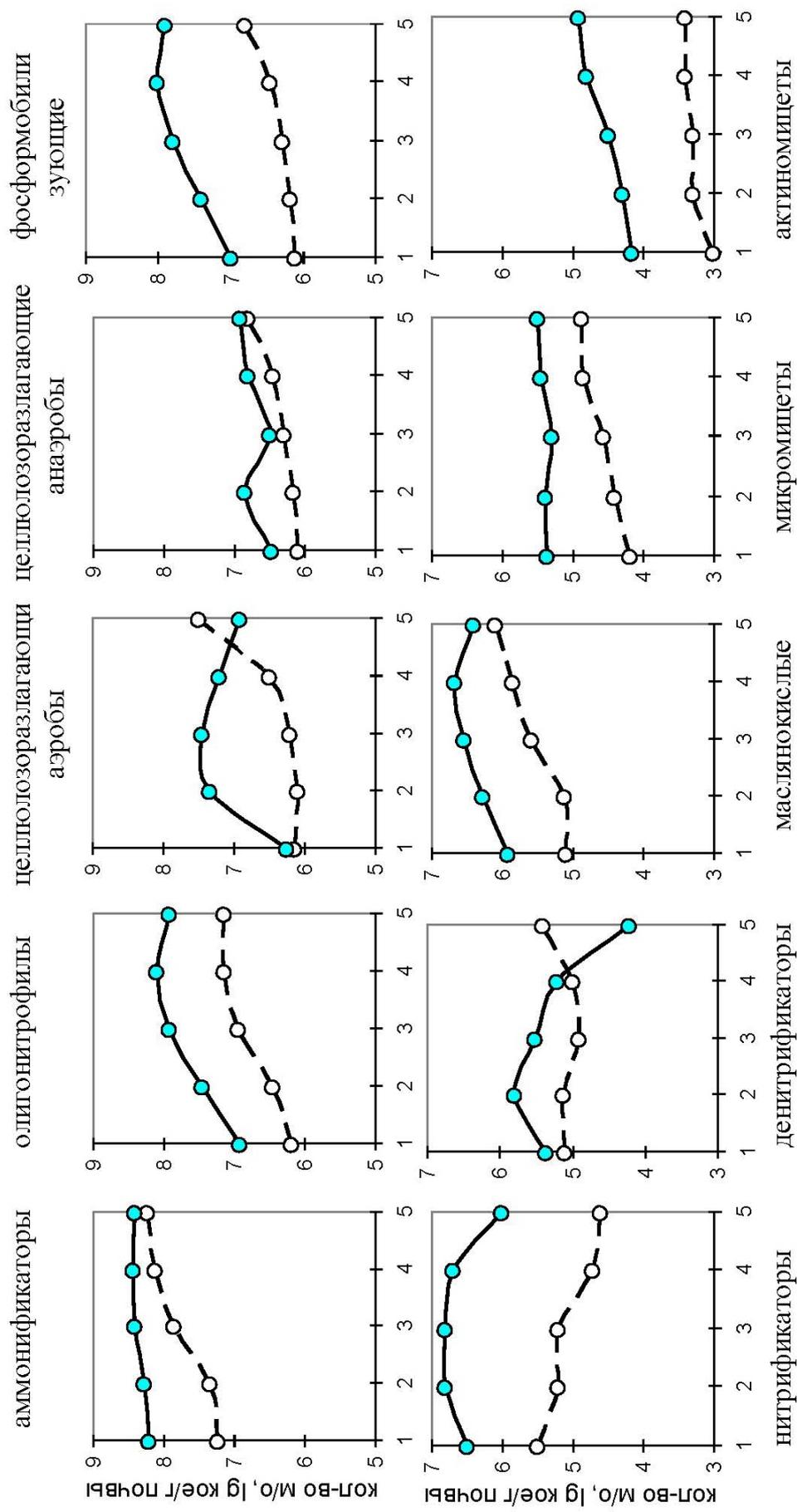
К 5-му месяцу компостирования уменьшается количество денитрификаторов и аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов, что свидетельствует о сохранности в компосте азота, по сравнению с контрольным компостированием без фосформобилизующих бактерий (рис. 17).

Таким образом, внесение бактериальной ассоциации из фосформобилизующих бактерий оказывало стимулирующее влияние на развитие других физиологических групп микроорганизмов, в связи с чем процессы разложения растительных остатков в этих компостах шли интенсивнее, чем в контроле (без бактериализации). К 5-му месяцу компостирования бактериализованные растительные остатки разложились на 80%, контрольные – на 40-50%.

Производство биокомпоста представляет собой факультативно аэробно - анаэробный процесс биоконверсии растительных остатков, за счет инокулирования в компостируемую массу ассоциации фосформобилизующих бактерий, обеспечивающих направленный процесс биоконверсии. При высокой температуре (50-70°C) в процессе компостирования погибают неспорообразующие формы микроорганизмов, в том числе и патогенные, возбудители сальмонеллезов, колибактериоза, яйца и личинки гельминтов, семена сорной растительности.

Изучение микробного сообщества биокомпоста показало наличие всех полезных таксономических групп микроорганизмов, участвующих в круговороте основных биогенных элементов – азота, фосфора, калия, углерода. Численность их составляла от  $10^7$  –  $10^8$  кое/г (рис. 18А). Изучение агрохимического состава биокомпоста показало наличие всех важных для почвы, микроорганизмов и растений макро-микроэлементов – азота, фосфора, калия, кальция, натрия, магния, большого количества органического вещества и гумуса (рис.18 В).

Изучено содержание некоторых ферментов в составе биокомпоста в сравнительном аспекте с содержанием их в плодородной сероземной почве. Содержание фермента уреазы находится в биокомпосте в одинаковом количестве (1,02 мг N-NH<sub>4</sub>/5г), что и в плодородной почве (1,0 мг N-NH<sub>4</sub>/5г). Содержание фермента инвертазы в биокомпосте на 85 мг/г выше (98 мг глюкозы/г), чем в почве (13 глюкозы/г). Содержание фермента фосфатазы в биокомпосте в 2 раза выше (0,13 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/г), чем в почве (0,07 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/г). Содержание фермента аспарагиназы в биокомпосте составляло 0,01 мг N-NH<sub>3</sub>/г, в почве меньше – 0,006 мг N-NH<sub>3</sub>/г, содержание фермента дегидрогеназы в биокомпосте в 6 раз выше (7,4 мг ТФФ/г), чем в почве (1,2 мг ТФФ/г).

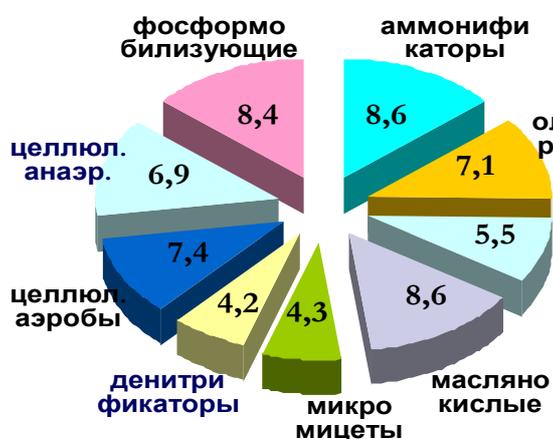


**Рис. 17.** Динамика изменений микробного сообщества в процессе компостирования растительных остатков

○ контроль - компостируемые материалы + вода

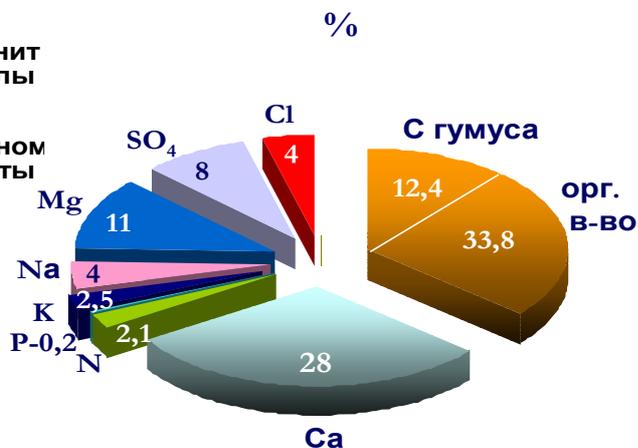
● опыт - компостируемые материалы + вода + ассоциация фосформобилизующих бактерий

Микробное сообщество  
биокомпоста «Биоком»  
(lg кое/г)



А

Агрохимический состав  
биокомпоста «Биоком»  
%



В

Рис.18. Микробное сообщество (А) и агрохимический состав (В) биокомпоста Биоком

Изучение содержания некоторых микроэлементов и токсических элементов в составе биокомпоста Биоком показало, что их содержание не превышает ПДК для почвы (табл. 11).

Таблица 11.

Содержание некоторых микроэлементов и токсических элементов в составе биокомпоста «Биоком»

Микроэлементы	Содержание в биокомпосте Биоком, мг/кг	ПДК	Микроэлементы	Содержание в биокомпосте Биоком, мг/кг	ПДК
Mn	572	1500	Sr	51,2	60
Cu	125	132	Cd	сл.	20
Zn	34,8	220	Rb	66	130
Cr	61,7	100	Co	10,9	20

Таким образом, нами разработана энергосберегающая технология приготовления биоорганического удобрения на основе биоконверсии растительных остатков с помощью микробной ассоциации их 4-х штаммов фосфоромобилизующих бактерий - *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. subtilis* BS-26 и *B. polymyxa* BP-700. Создан новый экологически безопасный и экономически рентабельный с полезными свойствами для почвы и растений биокомпост Биоком, который является источником гумуса и питательных веществ в сбалансированном сочетании и

в виде биодоступных для растений соединений, дополнительным источником агрономически полезной микрофлоры и ферментов: фосфатазы, аспарагиназы, дегидрогеназы, инвертазы, уреазы. Биокомпост обладает фунгицидными свойствами против патогенной микрофлоры почв, а содержание токсичных элементов ниже ПДК для почв. Новый биокомпост обеспечивает растворение фосфорита, способствует сохранению большого количества органических веществ в компосте и препятствует потерям азота, что улучшает его качество.

## **Глава 6. Разработка научно-обоснованной биоагротехнологии экологически ориентированного земледелия**

В условиях ограниченного ресурсного обеспечения сельского хозяйства и кризисных явлений экологического характера особую актуальность имеют разработки, направленные на повышение плодородия почв, активизацию полезных для растений почвенных процессов и оптимизацию корневого питания сельскохозяйственных культур.

Решение проблем, связанных с низкими и нестабильными урожаями, высокой себестоимостью и неудовлетворительным качеством с/х продукции, повсеместным снижением плодородия почв и загрязнением окружающей среды, может быть осуществлено с помощью широкого внедрения экологически безопасных систем земледелия, базирующихся на применении микробных препаратов.

На сегодняшний день требуется развитие на современной научной основе и на базе использования передового зарубежного опыта методов биоинтенсивного земледелия и получения искусственных почвенных субстратов. В этой области наиболее интенсивно развиваются и имеют широкие рыночные перспективы методы вермикультивирования и вермикомпостирования. Актуально использование биопрепаратов, биоудобрений и других биологических материалов для рекультивации, реабилитации, озеленения территорий, восстановления плодородия почв, защиты почв и повышения урожайности с/х культур (Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., 2005).

В связи с вышесказанным перед нами стояла задача разработать биологически сбалансированные системы земледелия, основанные на максимальном использовании биологического потенциала почв и получения на этой основе экологически чистой продукции. Применение таких систем должно сопровождаться эколого-экономической оценкой изменений природной среды. Среди экологических индикаторов этих изменений ведущее место занимают почвенные микроорганизмы, которые играют исключительно важную роль в формировании плодородия почв и, таким образом, выступают его показателями.

На основе созданных нами новых бактериальных удобрений серии Fosstim и биокомпоста Biokom, а также, разработанного совместно с проф. И.

Джуманиязовым и д.б.н. Юлдашевой Х.Э. биопрепарата Serhosil была предпринята попытка разработать систему комплексного применения 3х видов биоудобрений, суть которой заключается в следующих основных принципах:

- для предпосевной обработки семян используются живые культуры местных активных штаммов фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* (бактериальные удобрения серии Fosstim) с последующим капсулированием бактеризованных семян биокомпостом Biokom;
- в качестве основного удобрения применяется новый биокомпост Biokom вместо традиционных минеральных удобрений или в сочетании с минеральными;
- в качестве листовой подкормки растений применяется биопрепарат Serhosil (на основе зеленых микроводорослей *p. Scenedesmus*).

### **6.1. Эффективность применения новой биотехнологии на хлопчатнике.**

Недостаток фосфора у растений хлопчатника вызывает ряд серьезных последствий: слабое развитие корневой системы, слабое усвоение основных биогенных и микроэлементов, ослабление процессов фотосинтеза и дыхания растений. В результате задерживается рост, цветение, развитие коробочек, снижается устойчивость к засухе, развиваются болезни, снижается продуктивность хлопчатника – урожай и качество волокна.

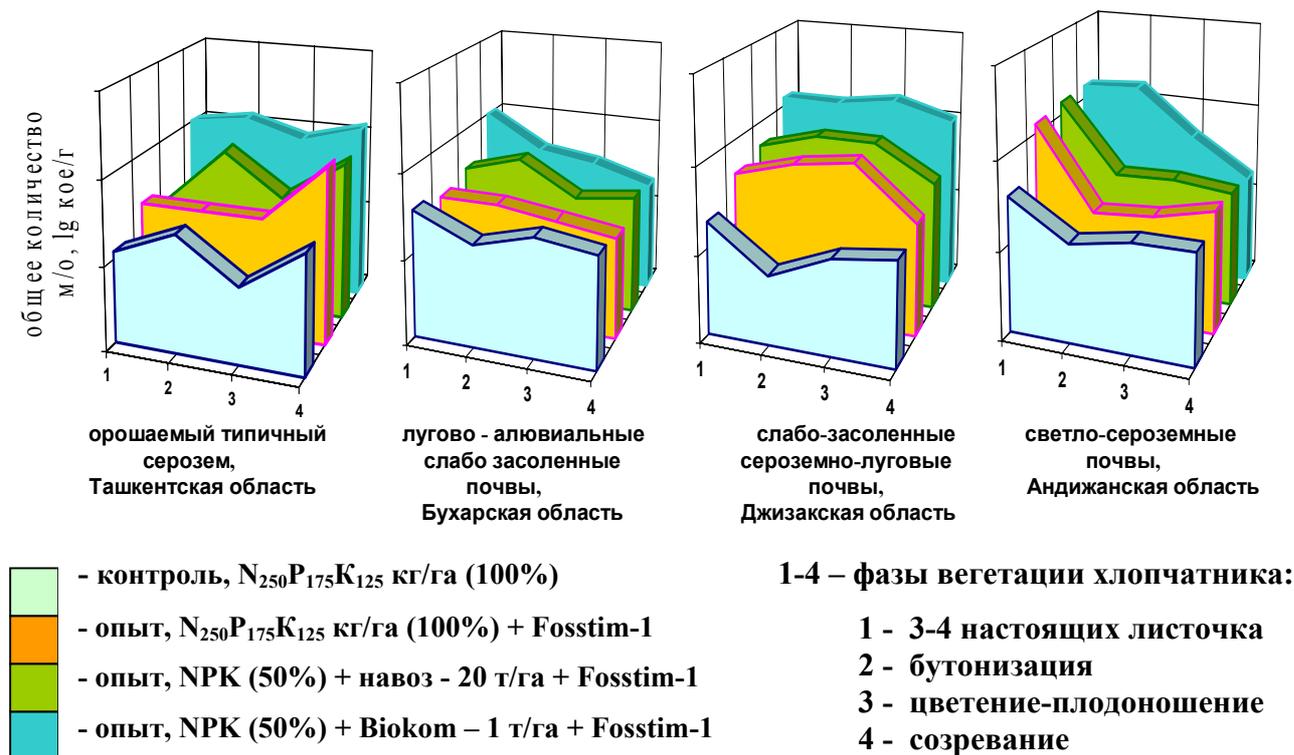
В связи с тем, что основной причиной широкого развития в интенсивном земледелии негативных последствий является слабая изученность влияния современных агротехнологий на специфику жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, на интенсивность и направленность в почвах биологических процессов, необходимо тщательное и глубокое микробиологическое обоснование рационального применения используемых в настоящее время в земледелии новых видов удобрений.

Исследования с хлопчатником проводили в полевых опытах в течение 3-х лет в 4-х филиалах Института Хлопководства при 3-х системах удобрения:

- *традиционной* (полное минеральное удобрение - NPK-100%: N-250, P-175, K-125 - контроль);
- *минимизированной* (NPK-50%: N-125, P-90, K-60 , опыт);
- *органо-минеральной* (NPK-50% + навоз 20 т/га; NPK-50% + биокомпост Biokom - 1 т/га, рядковое внесение, опыт).

Нами изучена динамика изменения общей численности почвенного микробного сообщества на разных типах почв и фонах удобрений при применении бактериального удобрения Fosstim-1 и биокомпоста Biokom. Применение биоудобрений при сокращении нормы минеральных удобрений на 50%, увеличивает общую численность микроорганизмов по сравнению с контролем (традиционный посев), что свидетельствует об активизации

микробиологических процессов в почве, а следовательно об улучшении питания растений макро-микроэлементами (рис.19).



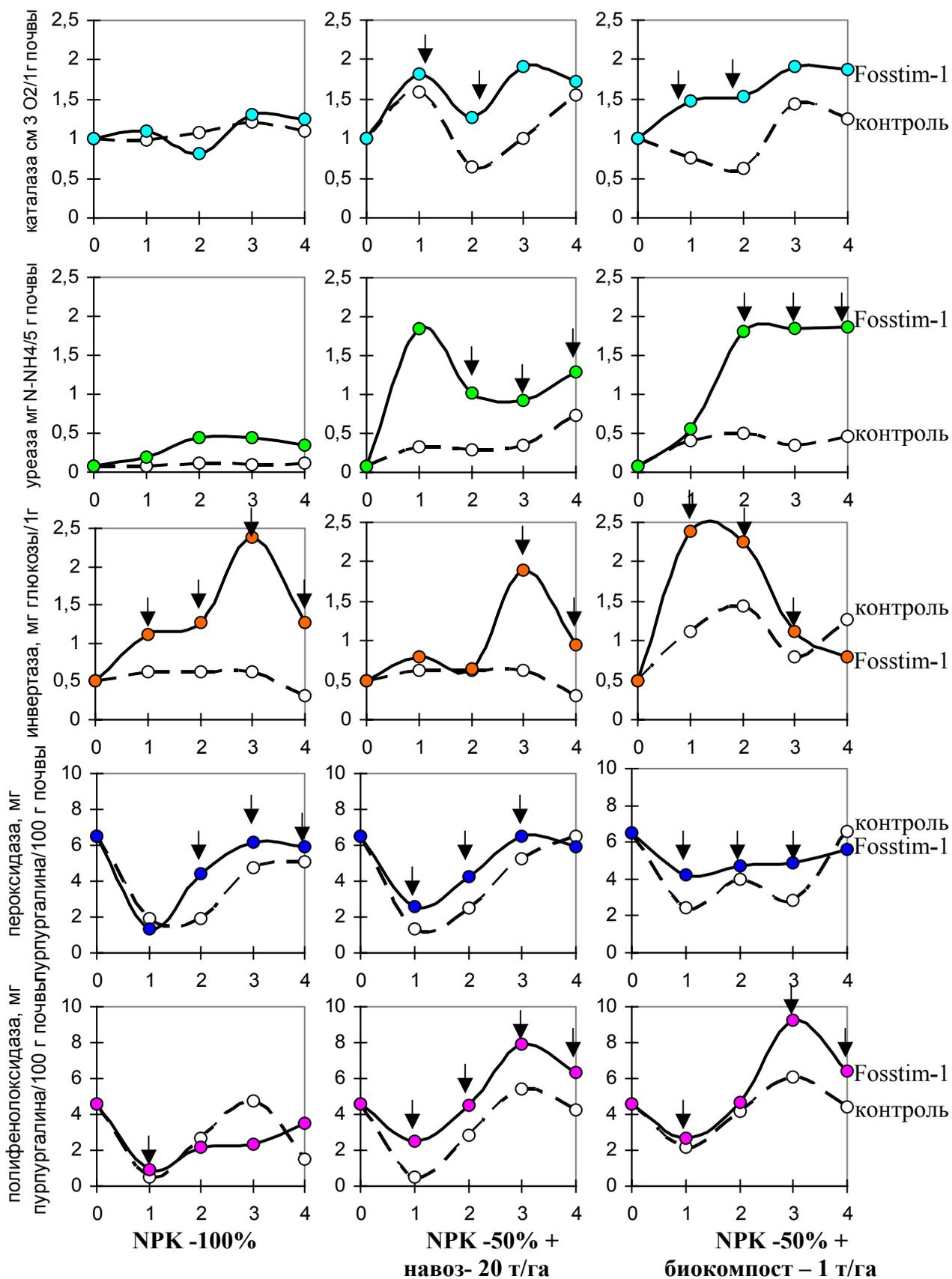
**Рис. 19. Динамика изменений общей численности почвенного микробного сообщества на разных типах почв и фонах удобрений при применении бактериального удобрения Fosstim-1 и биокомпоста Биокон**

Почвенные ферменты имеют, преимущественно, микробное происхождение, являясь продуктами метаболических процессов микрофлоры и частично выделяются корнями растений. Нами изучена динамика изменений ферментативной активности почвы при применении бактериального удобрения Fosstim-1 на хлопчатнике на разных фонах удобрений (рис. 20).

Ферменты инвертаза и уреазы относятся к классу гидролаз, катализирующих реакцию гидролитического расщепления органических соединений, то есть определяющих интенсивность мобилизационных процессов и, таким образом, участвующих в обогащении почвы доступными для растений и микроорганизмов питательными веществами.

Инвертаза участвует в круговороте углерода и характеризует интенсивность превращения безазотистых органических соединений. Известно, что в течение вегетации инвертаза повышается в период активного роста растений и при распаде корневых и растительных остатков.

В опытах с Fosstim-1 активность инвертазы достоверно повышалась в среднем за вегетацию хлопчатника: в 2,7 раз на фоне NPK (100%), в 1,9 раз



Примечание: ↓ P<0,05 - достоверно по отношению к контролю

1 – 4 – фазы вегетации хлопчатника:

1 – 3-4 настоящих листа, 2 – бутонизация, 3 – плодоношение, 4- созревание

**Рис. 20. Динамика изменения ферментативной активности сероземной почвы при применении бактериального удобрения Fosstim-1 на хлопчатнике на разных фонах удобрений**

на фоне NPK (50%) + навоз и в 1,4 раза на фоне биокомпоста + NPK (50%) по сравнению с контрольным вариантом.

Уреаза, катализирующая гидролиз мочевины до аммиака и углекислоты, достоверно (в 3-3,6 раз) повышалась в среднем за вегетацию в вариантах с применением Fosstim-1 на всех фонах удобрений.

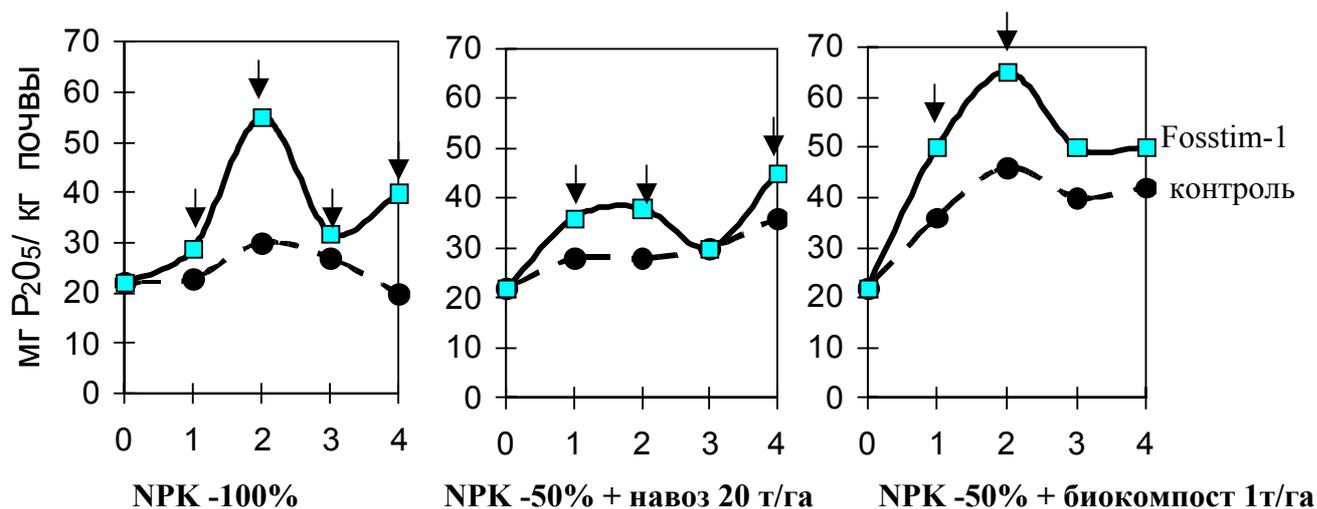
Каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы относятся к классу оксидоредуктаз, катализирующих окислительно-восстановительные реакции, направляющие синтез и распад гумусовых веществ в почве.

Каталаза катализирует реакции разложения перекиси водорода на воду и молекулярный кислород. Низкая активность фермента каталазы в контрольных вариантах, свидетельствует о накоплении в почве перекиси водорода, который является вредным для живых организмов веществом. Применение бактериального удобрения Fosstim-1 способствовало достоверному (в 1,4-1,9 раз) повышению активности фермента каталазы в среднем за вегетацию на органо-минеральных фонах с NPK (50%), и незначительное повышение (в 1,02 раза) на фоне полного минерального удобрения NPK (100%).

Пероксидаза катализирует окисление органического вещества в почве. В опытных вариантах наблюдалось повышение активности пероксидазы в среднем за вегетацию в 1,3-2 раза на всех фонах удобрений по сравнению с контрольными. Полифенолоксидаза способствует превращению ароматических соединений в гуминовые вещества в присутствии кислорода воздуха. Применение Fosstim-1 достоверно (в 1,4-1,6 раз) повышало активность полифенолоксидазы на органо-минеральных фонах с NPK(50%), что свидетельствует о процессах образования гумусовых веществ в этих опытных вариантах. На фоне NPK (100%) наблюдалось снижение активности полифенолоксидазы в 3-й фазе вегетации в опытном варианте, но к концу вегетации активность этого фермента достоверно (в 2,4 раза) превышала контроль.

Коэффициент гумификации при применении Fosstim-1 достоверно возрастал в 2 раза на фоне NPK (100%) к концу вегетации, в 1,1-1,7 раз в 3 и 4 фазах вегетации на фонах с органо-минеральными удобрениями по сравнению с контролем, что свидетельствует о том, что бактериальное удобрение Fosstim-1 достоверно повышает накопление гумуса в почве к концу вегетации на всех фонах удобрений.

Показателем степени мобилизации труднодоступного фосфора в почве является содержание подвижной, усвояемой растениями формы. В опытных вариантах при применении Fosstim-1, содержание подвижного фосфора достоверно увеличивалось на 10-25 мг  $P_2O_5$ /кг почвы ко 2 фазе и на 18-20 мг  $P_2O_5$ /кг почвы к 4 фазе вегетации хлопчатника на всех фонах удобрений (рис.21). К 3 фазе вегетации содержание подвижного фосфора в почвах опытных вариантов заметно снижается, что свидетельствует об усвоении его растениями в фазу цветения-плодоношения.



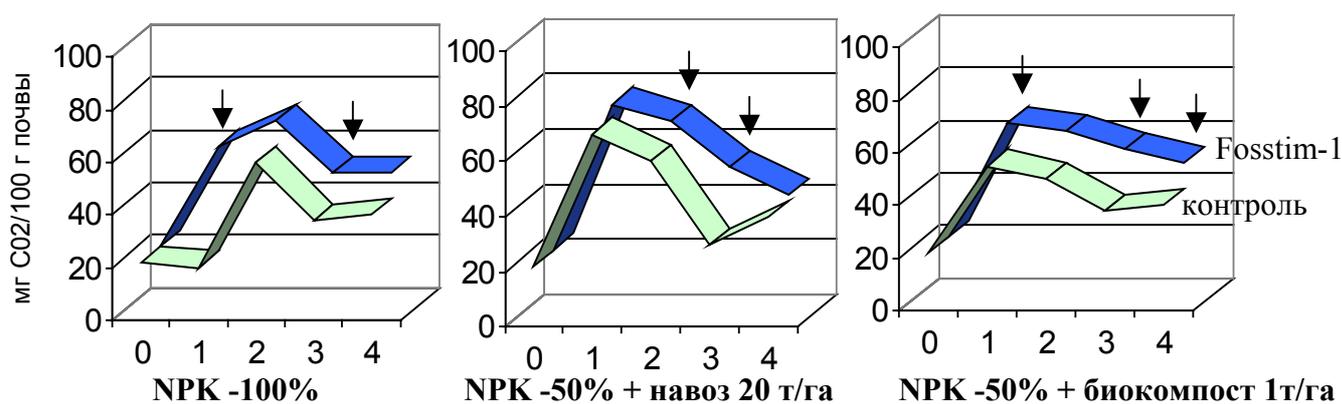
Примечание: ↓ $P < 0,05$  – достоверно по отношению к контролю

1-4- фазы вегетации хлопчатника:

0 – исходная почва, 1- фаза 3-4 настоящих листа, 2- бутонизация, 3-цветение-плодоношение, 4- созревание

**Рис. 21. Динамика изменения содержания подвижного фосфора в сероземной почве за вегетацию при применении бактериального удобрения Fosstim-1 на хлопчатнике**

Об интенсивности биохимических процессов аэробного типа в почве судили по интенсивности «дыхания» почвы (по выделению  $\text{CO}_2$ ). В опытных вариантах при применении бактериального удобрения Fosstim-1 наблюдалась достоверная активизация почвенного «дыхания» на 18 мг  $\text{CO}_2/100$  г почвы на фоне NPK-100%, на органо-минеральных фонах (NPK-50%+навоз и NPK-50%+биокомпост) – на 9,5-12,3 мг  $\text{CO}_2/100$  г почвы в среднем за вегетацию хлопчатника, что свидетельствует о повышении биологической активности почвы при применении бактериального удобрения на основе фосформобилизующих бактерий (рис. 22).



Примечание: ↓ $P < 0,05$  – достоверно по отношению к контролю

1-4- фазы вегетации хлопчатника:

0 – исходная почва, 1- фаза - 3-4 настоящих листа, 2- бутонизация, 3-цветение-плодоношение, 4- созревание

**Рис. 22. Влияние бактериального удобрения Fosstim-1 на процессы «дыхания» в сероземной почве под хлопчатником на разных фонах удобрений**

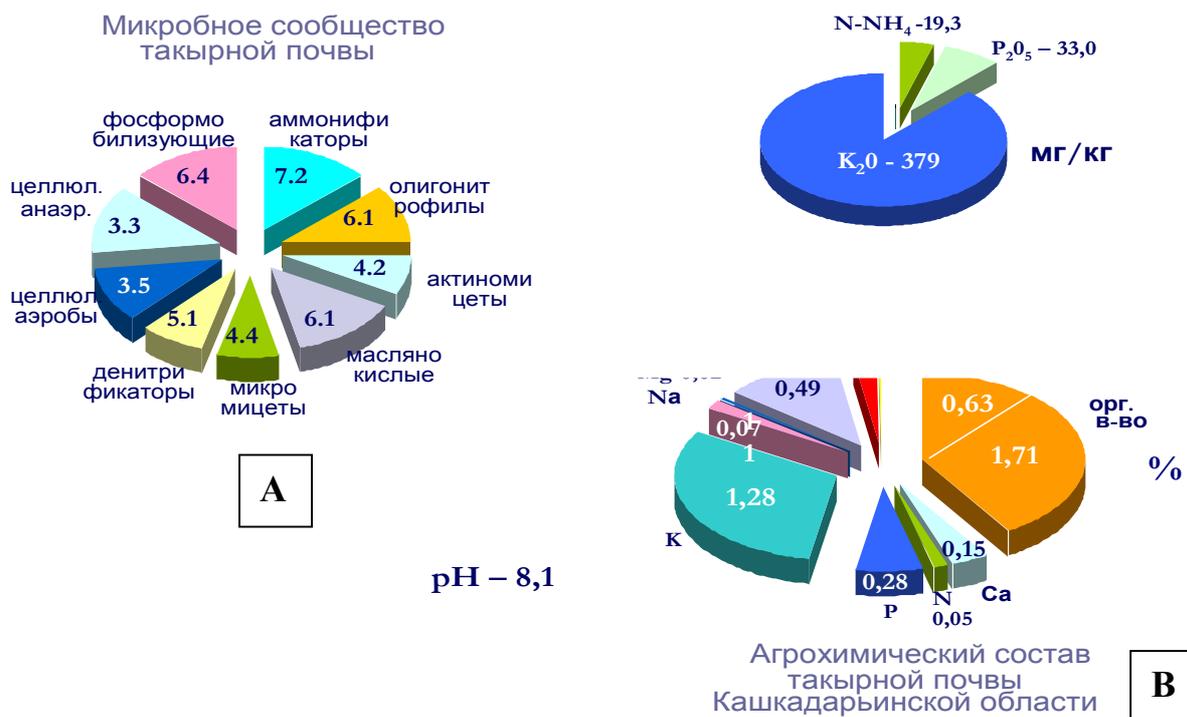
Нами изучена динамика биометрических показателей хлопчатника в течение вегетации при применении комплекса новых биоудобрений (Fosstim-1+Biokom) с половинной нормой минеральных удобрений в сравнении с традиционным посевом с полным минеральным удобрением. Представленные в таблице 12 данные показывают достоверное увеличение в опытном варианте высоты, общего веса растений, веса надземной массы, веса корней и общей массы корней на 1 кв.м. по сравнению с контролем на протяжении всей вегетации хлопчатника.

Таким образом, применение бактериального удобрения Fosstim-1 и биокомпоста Biokom на хлопчатнике в различных почвенно-климатических зонах республики изменяет в благоприятную сторону биодинамику почв - возрастает активность изученных ферментов, что сопряжено с изменением общей численности основных агрономически важных групп почвенных микроорганизмов. Улучшаются процессы «дыхания» почв, что свидетельствует о повышении их биологической активности, в результате улучшается рост, развитие хлопчатника и повышается его урожайность на 3,1-4,2-5,9-7,2 ц/га на фоне NPK-50% по сравнению с контролем (NPK-100%) (табл.13).

В течение 2009 – 2010 гг. нами проводились исследования по влиянию бактериального удобрения Fosstim-1 и биопрепарата Serhosil (на основе зеленых микроводорослей р. *Scenedesmus*) на биологическую эффективность такырных почв Кашкадарьинской области - плодородие почв и продуктивность хлопчатника сорта Бухара-6. Основной задачей проводимых исследований было установление изменений в микробоценозах такырной почвы при их окультуривании и выявление при этом индикаторных показателей, а также установление связей между основными группами почвенных микроорганизмов, биохимическими процессами, агрохимическими свойствами почвы, урожайностью хлопчатника и качеством волокна. Нами изучено микробное сообщество и агрохимический состав исходной такырной почвы, на которой проводились полевые опыты. Полезное микробное сообщество такырной почвы характеризуется низким содержанием важных физиологических групп почвенных микроорганизмов, необходимых для протекания активных микробиологических процессов (рис. 23А). Агрохимический состав почвы представлен низким содержанием гумуса (0,63%), аммиачного азота (19,3 мг/кг), подвижного фосфора (33,0 мг/кг), катионов и анионов в водной вытяжке и высоким содержанием общего (1,28%) и подвижного (379 мг/кг) калия (рис.23В).

Данные по динамике развития микробного сообщества в такырной почве при интродукции бактериального удобрения Fosstim-1 в виде бактериализации семян хлопчатника и последующей их капсуляцией биокомпостом Biokom на фоне полного минерального удобрения представлены на рис. 24.

Численность аммонифицирующих микроорганизмов, осуществляющих с помощью протеолитических ферментов минерализацию как простых, так и сложных органических азотсодержащих соединений с выделением содержащегося в них азота в форме аммиака, в опытных вариантах с



**Рис. 23. Микробное сообщество (А) и агрохимический состав (В) исходной такырной почвы (Кашкадарьинская область, Миришкорский район, ф/х А. Номозов)**

Fosstim-1 была на 1 порядок выше ( $10^8$  кое/г почвы) контроля ( $10^7$  кое/г почвы) во 2 фазе вегетации хлопчатника. Численность нитрификаторов 1 и 2 фазы, осуществляющих окисление аммиака в азотистую, а потом в азотную кислоту, в опытном варианте была на 1-2 порядка ( $10^6$ - $10^7$  кое/г почвы) выше контроля ( $10^4$ - $10^6$  кое/г почвы) во 2 и 3 фазах вегетации хлопчатника, что свидетельствует о том, что растения в опытных вариантах получали больше азота в легкоусвояемой форме, чем контрольные растения. Количество денитрификаторов было выше на 1 порядок ( $10^4$  кое/г почвы) в опытном варианте только во 2 фазе вегетации хлопчатника, а в 3 и 4 фазах их количество было ниже контроля на 1 порядок, что свидетельствует о меньших потерях азота в опытном варианте в фазах цветения - плодоношения и созревания хлопчатника.

Среди микроорганизмов, участвующих в превращении почвенного фосфора, учитывали общее количество фосформобилизующих микроорганизмов, численность которых в опытных вариантах увеличивалась на 1 порядок ( $10^7$  кое/г почвы) в 1 и 2 фазах вегетации, по сравнению с контролем ( $10^6$  кое/г почвы), что свидетельствует об увеличении подвижных, усвояемых растениями форм фосфора в почве.

Количество олигонитрофилов, способных ассимилировать большие количества углерода при небольшой потребности в азотистых веществах повышалось незначительно по сравнению с контролем и находилось на уровне одного порядка с контролем, что свидетельствует о том, что при применении бактериального удобрения Fosstim-1 не происходит существенной минерализации углеродсодержащих соединений в почве.

Таблица 12

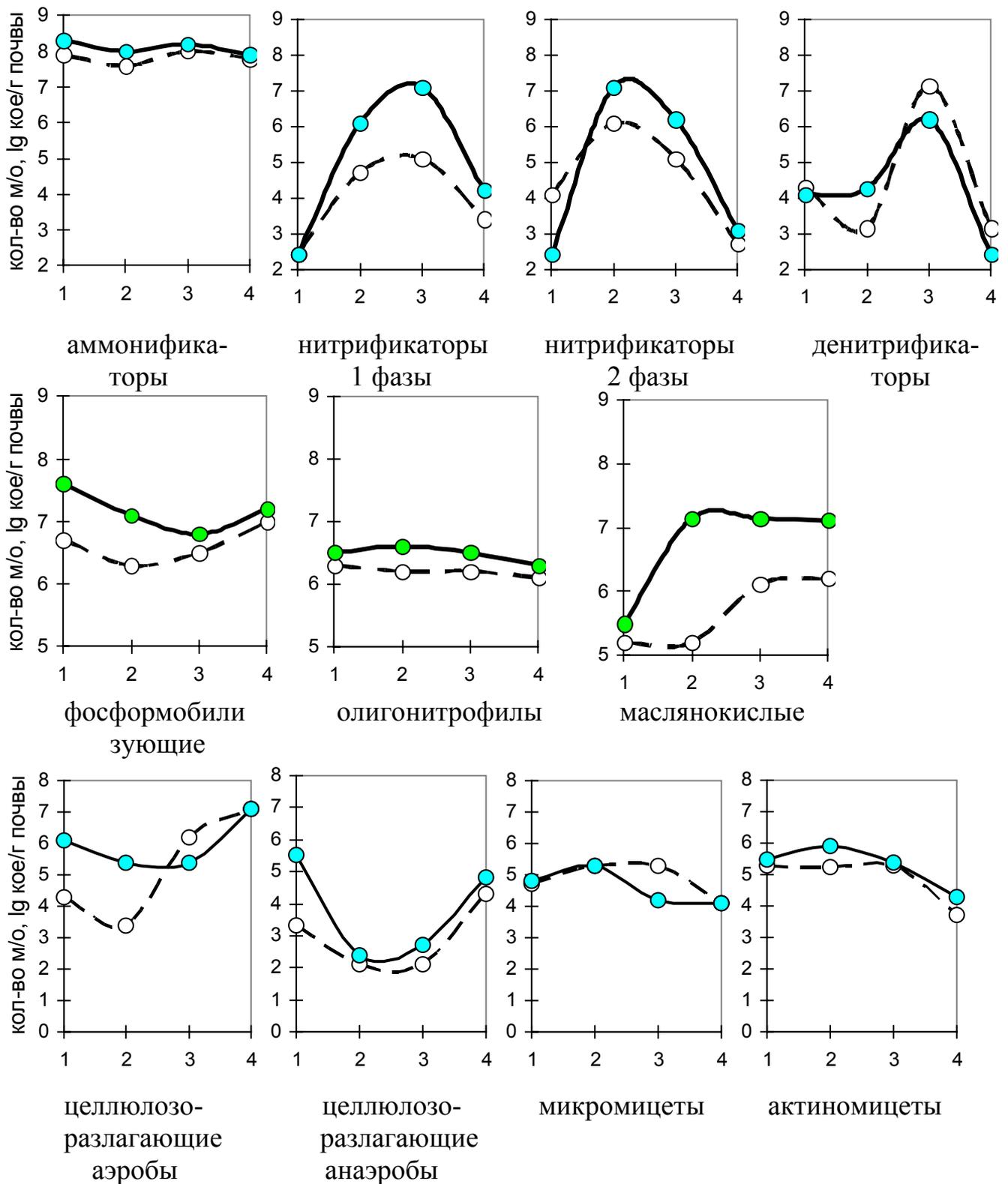
Влияние новых биоудобрений на динамику биометрических показателей хлопчатника  
(полевой опыт на сероземной почве Ташкентской области)

Вариант опыта	фазы вегетации хлопчатника			созревание
	3-4 наст. листа	бутонизация	цветение – плодоношение	
<b>средняя высота 1 растения</b>				
контроль – NPK-100%	12,0 ± 0,41	32,8 ± 0,31	46,6 ± 0,61	56,1 ± 0,43
опыт – NPK-50%+Fosstim-1 + Biokom	12,2 ± 0,75	<b>40,7 ± 1,07</b>	<b>64,8 ± 0,78</b>	<b>72,5 ± 1,14</b>
<b>средний вес 1 растения</b>				
контроль – NPK-100%	1.2 ± 0.05	168.8 ± 7.56	293.4 ± 0.83	514.8 ± 33.81
опыт – NPK-50%+Fosstim-1 + Biokom	<b>2.4 ± 0.16</b>	<b>374.6 ± 13.28</b>	<b>538.8 ± 3.47</b>	<b>866.1 ± 49.07</b>
<b>средний вес надземной массы 1 растения</b>				
контроль – NPK-100%	1.3 ± 0.05	174.9 ± 3.15	205.4 ± 0.74	497.5 ± 34.25
опыт – NPK-50%+Fosstim-1 + Biokom	<b>2.2 ± 0.08</b>	<b>359.2 ± 5.49</b>	<b>530.9 ± 1.30</b>	<b>835.0 ± 51,4</b>
<b>средний вес корня 1 растения</b>				
контроль – NPK-100%	0.04 ± 0.004	4,5 ± 0.16	9.14 ± 0.41	17.3 ± 0.78
опыт – NPK-50%+Fosstim-1 + Biokom	<b>0.1 ± 0.01</b>	<b>10,4 ± 0,28</b>	<b>18.2 ± 0.72</b>	<b>31.0 ± 3.26</b>
<b>масса корневой хлопчатника на 1 кв.м.</b>				
контроль – NPK-100%	0,48 ± 0,02	54,0 ± 0,40	109,7 ± 2,15	207,6 ± 0,81
опыт – NPK-50%+Fosstim-1 + Biokom	<b>1,2 ± 0,04</b>	<b>124,8 ± 2,12</b>	<b>218,4 ± 1,70</b>	<b>372,0 ± 9,32</b>

Примечание: **P<0.05** – достоверно по отношению к контролю

**Таблица 13.**  
**Влияние бактериального удобрения Fosstim-1 на урожай хлопка-сырца на разных типах почв и фонах**  
**удобрений (ц/га, среднее за 3 года полевого опыта в УзНИИ Хлопководства)**

Варианты опыта	Обработка семян	Орошаемый типичный серозем (Ташкентская область)	Сероземно-луговая слабо-засоленая почва (Джизакская область)	Лугово-аллювиальная слабо-засоленая почва (Бухарская область)	Светло-сероземная почва (Андижанская область)
1. контроль - N <sub>250</sub> P <sub>175</sub> K <sub>125</sub> кг/га	бронотак	37,5	39,4	33,8	33,2
2. опыт – NPK-50%	Fosstim-1+ Biokom	39,6	45,0	37,9	35,0
Прибавка к контролю		2,1	5,6	4,1	1,8
3. опыт - NPK-50% + навоз (20 т/га)	Fosstim-1+ Biokom	43,6	48,0	40,5	36,7
4. опыт - NPK-50% + биомасса Biokom (1 т/га)	Fosstim-1+ Biokom	40,6	46,6	39,7	37,4
Прибавка к контролю		3,1	7,2	5,9	4,2
		HCP <sub>0,5</sub> = 1,36	HCP <sub>0,5</sub> = 1,67	HCP <sub>0,5</sub> = 0,84	HCP <sub>0,5</sub> = 2,38



1-4 – фазы вегетации хлопчатника

○ контроль – NPK

● опыт – NPK + Fosstim – 1+ Biokom (капсуляция семян) + Serhosil

Рис. 24. Динамика развития микробного сообщества такырной почвы при применении новой биоагротехнологии возделывания хлопчатника

Численность маслянокислых бактерий из р. *Clostridium* увеличивалась на 1-2 порядка ( $10^7$  кое/г почвы) по сравнению с контролем ( $10^5$ - $10^6$  кое/г почвы) в такырных почвах в опытных вариантах с применением Fosstim-1 во 2, 3 и 4 фазах вегетации хлопчатника. Масляная кислота, как физиологически активное вещество, образуемая бактериями этой группы, стимулирует рост растений. Аэробные азотфиксирующие бактерии р. *Azotobacter* нами не были обнаружены в такырных почвах на фоне полного минерального удобрения.

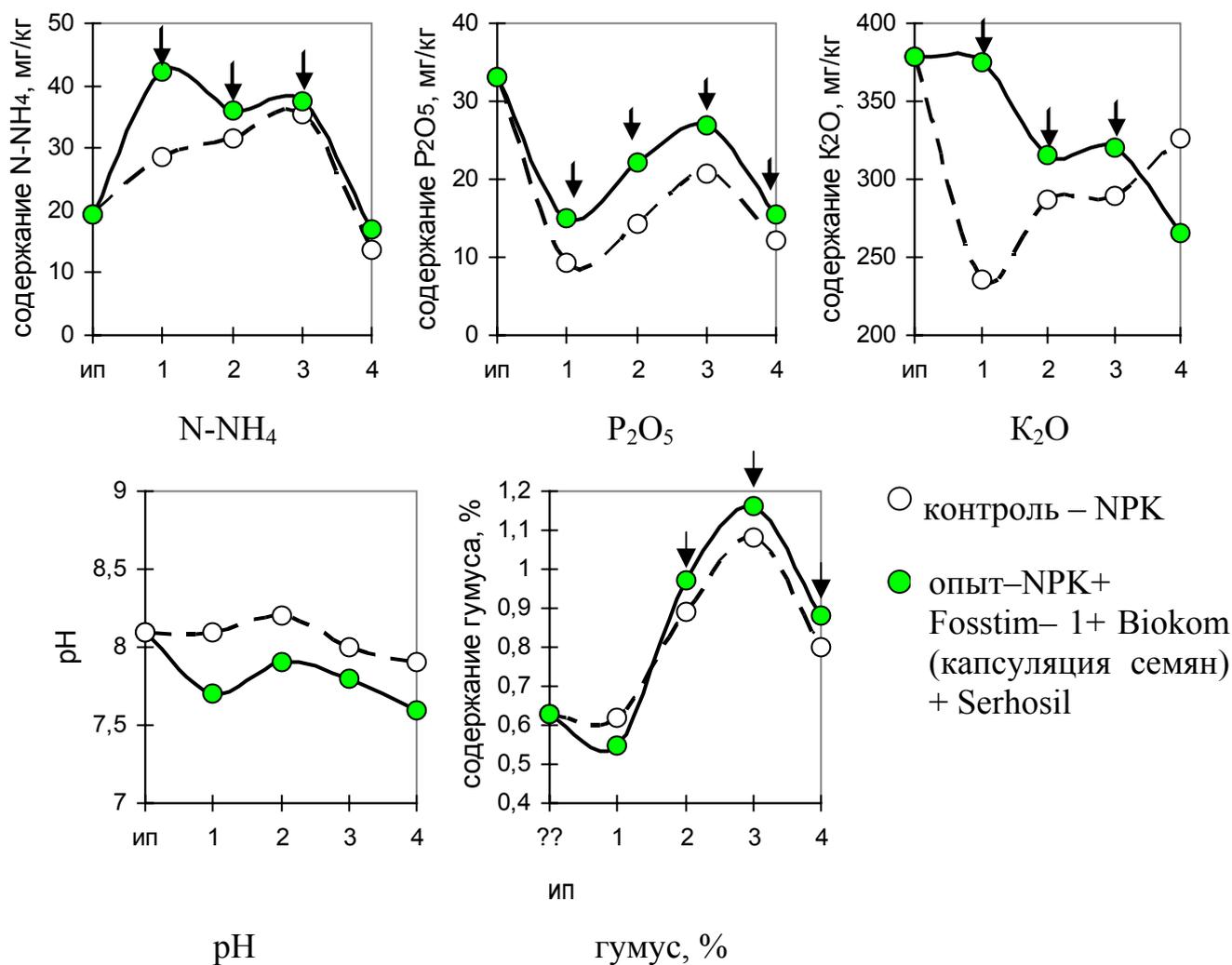
Аэробные целлюлозоразлагающие бактерии осуществляют окисление клетчатки до углекислоты и воды, но часть ее в результате неполного окисления превращается в слизистую массу и входит в состав перегноя почвы. Количество этих бактерий в опытных вариантах было на 2 порядка выше ( $10^6$ - $10^5$  кое/г почвы) их численности в контроле ( $10^4$ - $10^3$  кое/г почвы) в 1 и 2 фазы вегетации хлопчатника. Анаэробные бактерии, разрушающие клетчатку, сбрасывают промежуточные продукты (целлобиозу, глюкозу) с образованием кислот (масляная, муравьиная, молочная, уксусная) и газов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ , то есть имеет место маслянокислое брожение как энергетический процесс. Численность анаэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов в опытном варианте была на 2 порядка ( $10^5$  кое/г почвы) выше контроля ( $10^3$  кое/г почвы) в 1 фазу развития хлопчатника, что важно именно в начальный период роста проростков, а в остальные фазы их количество немного превышало контроль.

Содержание микромицетов и актиномицетов характеризует степень разложения сложных полимерных соединений в почве. Численность микромицетов в опытном варианте почти не отличалась от контроля, за исключением 3 фазы вегетации (фазы цветения-плодоношения), где их число было на 1 порядок меньше ( $10^4$  кое/г почвы) контроля ( $10^5$  кое/г почвы). Число актиномицетов в опытном варианте практически не отличалось от контроля, за исключением 2 фазы вегетации (фаза бутонизации), где их численность на 1 порядок ( $10^6$  кое/г почвы) превышала контроль ( $10^5$  кое/г почвы).

При интродукции ассоциации из 3-х штаммов фосформобилизующих бактерий р. *Bacillus* (бактериальное удобрение Fosstim-1) в виде бактериализации семян хлопчатника и последующей капсуляции их биокомпостом Biokom, в ризосфере хлопчатника, вокруг корней на протяжении всей вегетации создается достаточно высокий окислительно-восстановительный потенциал. За счет усиления деятельности специфических микроорганизмов, переводящих труднодоступные вещества почвы в усвояемые растениями формы, улучшаются условия корневого питания растений.

Нами параллельно с микробиологическими анализами были проведены агрохимические исследования такырной почвы в динамике, в течение вегетации хлопчатника. Содержание подвижного аммиачного азота достоверно повышалось на 5,9 мг/кг в среднем за вегетацию в опытном варианте с применением Fosstim-1 по сравнению с традиционным посевом хлопчатника на фоне полного минерального удобрения. Содержание

подвижного фосфора достоверно повышалось на 5,8 мг/кг, подвижного калия на 34,3 мг/кг в среднем за вегетацию в опытном варианте по сравнению с контрольным (без бактериального удобрения). Содержание гумуса достоверно повышалось на 0,08% во 2, 3 и 4 фазах вегетации хлопчатника, значение рН почвенного раствора снижалось от 8,1 до 7,6 в опытном варианте по сравнению с контролем (от 8,1 до 7,9) (рис. 25).



1-4 – фазы вегетации хлопчатника

Примечание: P<0,05- достоверно по отношению к контролю

**Рис. 25. Динамика изменений агрохимических показателей такырной почвы при применении новой биоагротехнологии возделывания хлопчатника**

Таким образом, бактериальное удобрение Fosstim-1, оптимизируя микробиологические процессы, определяющие режим корневого питания хлопчатника за счет повышения уровней доступного азота, фосфора, калия и других микроэлементов, оказывает в конечном итоге существенное влияние на повышение продуктивности хлопчатника.

Конечным итогом применения комплекса биоудобрений является улучшение плодородия почв и в результате повышение урожайности хлопчатника и качества волокна. Урожай хлопка увеличивался на 10 ц/га в опытном варианте и составлял 50 ц/га по сравнению с контролем (40 ц/га). Изучение биометрических показателей хлопка сырца показало достоверное увеличение общего веса 50 коробочек на 67,38 г, среднего веса 1 коробочки на 1,3 г, массы 1000 семян на 19,1г, выхода волокна из 50 коробочек на 12,5 г, выхода семян на 53,6 г в опытном варианте с применением комплекса биоудобрений по сравнению с контролем (табл. 14).

**Таблица 14.**

**Влияние комплекса новых биоудобрений на биометрические показатели хлопка-сырца сорта Бухара-6**

Вариант опыта	Общий вес 50 коробочек, г	Прибавка, г	Средний вес 1 коробочки, г	Прибавка, г	Масса 1000 семян, г	Прибавка, г
Контроль - NPK	285,5 ± 1,17	-	5,5 ± 0,33		124,5 ± 1,17	-
Опыт – NPK + Fosstim-1 + Biokom (капсуляция семян) + Serhosil	<b><u>353,3 ± 1,47</u></b>	67,8	<b><u>7,0 ± 0,44</u></b>	1,3	<b><u>143,6 ± 1,49</u></b>	19,1

**Продолжение таблицы 14.**

Вариант опыта	Выход волокна из 50 коробочек		Выход семян из 50 коробочек	
	г	прибавка, г	г	прибавка, г
Контроль - NPK	113,5 ± 1,04	-	171,9 ± 1,16	-
Опыт – NPK + Fosstim-1+Biokom (капсуляция семян) + Serhosil	<b><u>126,0 ± 1,17</u></b>	12,5	<b><u>225,5 ± 1,45</u></b>	53,6

Примечание: **P<0,05**- достоверно по отношению к контролю

В Узбекском Центре сертификации хлопкового волокна «SIFAT» определяли качество волокна (табл.15). Показатель микронейр (Mic) - характеристика линейной плотности (тонины) и степени зрелости хлопкового волокна, которая сейчас принята на международном рынке, в опытном варианте имеет значение – 4,3, соответствующее хорошей степени зрелости и извитости волокон, наиболее приемлемой в текстильной промышленности. Показатель Mic в контрольном варианте выше опытных – 4,9 ед., что характеризует более огрубленное, с большой толщиной и малой извитостью волокно.

Таблица 15.

**Влияние комплекса новых биоудобрений на показатели качества хлопкового волокна сорта Бухара-6**

Вариант опыта	<b>MIС</b> - микро нейр, ед.	<b>Str</b> - удельная разрывная нагрузка, гс/текс	<b>Unf</b> индекс равномерности по длине, %	<b>SFI</b> индекс коротких волокон, %	<b>Elg</b> удлинение при разрыве, %
Контроль- NPK	4,9	31,6	82,7	5,4	11,2
Опыт – NPK +Fosstim-1 +Biokom (капс. семян) + Serhosil	4,3	32,1	84,3	4,4	10,6

**продолжение таблицы 15**

Вариант опыта	<b>T</b> треш код	<b>Cnt</b> число сорных примесей	<b>Area</b> площадь сорных примесей, %	<b>Rd</b> коэффициент отражения, %	<b>+b</b> степень желтизны, %
Контроль - NPK	3	3	0,3	82,7	8,1
Опыт – NPK+ Fosstim-1 +Biokom (капс. семян) + Serhosil	0	2	0,0	83,5	7,8

Важный показатель качества волокна - его крепость, или разрывная нагрузка. Показатель Str характеризует прочность волокна или удельную разрывную нагрузку. Наиболее прочное волокно в опытном варианте - Str = 32,1 гс/текс по сравнению с контрольным вариантом, где Str = 31,6 гс/текс.

Показатель Unf - индекс равномерности волокон по длине. В опытном варианте волокно имеет немного высокую степень равномерности по длине – 84,3%, по сравнению с контролем - 82,7%. Показатель SFI – индекс коротких волокон – снижается в опытном варианте до 4,4% по сравнению с контрольным вариантом (5,4%). Показатель Elg говорит об удлинении волокна к моменту его разрыва в процентах и является мерой растяжимости волокон. Он дает сведения об ожидаемой прядильной способности хлопкового волокна. Деформационная устойчивость волокон в опытном варианте была на 0,6% выше контрольного.

Показатель T – треш код – показатель засоренности волокна не волокнистыми примесями был равен 0 в опытном варианте, в отличие от

контроля. Показатель Cnt (число сорных примесей) и показатель Area (площадь сорных примесей) – были наименьшими в опытном варианте.

Показатель Rd – коэффициент отражения – характеризует белизну волокна. В опытном варианте при применении комплекса новых биоудобрений показатель Rd был выше контрольного на 0,8%. Показатель +b, характеризующий степень желтизны хлопкового волокна, в опытном варианте был на 0,3% ниже контроля.

Проведенные исследования свидетельствует о том, что качество волокна хлопка повышается в опытном варианте с применением новой биоагротехнологии по сравнению с контрольным вариантом и соответствует требованиям стандартов для первого сорта.

Анализ экономической эффективности новой биоагротехнологии возделывания хлопчатника (по ценам 2011 года) показывает, что самый высокий уровень рентабельности (87%) от применения комплекса биоудобрений (Fosstim-1+Biokom в виде капсуляции семян+Serhosil) получен на фоне полного минерального удобрения. При урожае 50 ц/га чистый доход составляет 1 819 640 сум/га (табл. 16).

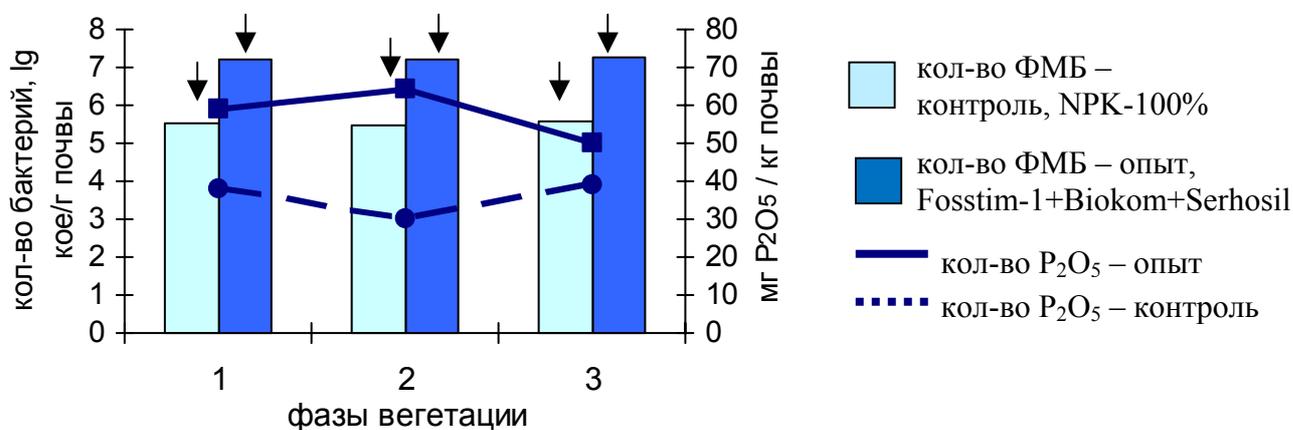
Таким образом, на основании проведенных многолетних исследований в полевых условиях на разных типах почв и сортах хлопчатника можно заключить, что новая биоагротехнология возделывания хлопчатника, улучшая фосфатный режим почв и фосфорное питание растений, устраняет серьезные последствия дефицита фосфора: за счет интродукции фосформобилизирующих бактерий и активизации почвенного микробного сообщества, в ризосфере хлопчатника происходят изменения в катионно-анионном составе, снижается рН почвенного раствора, развивается мощная корневая система, улучшается усвоение основных биогенных и микроэлементов, в результате стимулируется рост, цветение, развитие коробочек, повышается плодородие почв, снижается количество больных растений, повышается продуктивность хлопчатника (урожай и качество волокна), на 15-20 дней ускоряются сроки созревания урожая (по сравнению с традиционной технологией).

**6.2. Эффективность применения новой биотехнологии на сахарной свекле.** Известно, что из всех корнеплодных растений, наиболее требовательна к почвенному плодородию свекла, так как потребляет значительно больше питательных веществ, чем другие культуры. Поэтому необходимо разрабатывать такие биоагротехнологии возделывания сахарной свеклы, которые обеспечивают одновременно и высокую ее продуктивность и сохраняют плодородие почвы, что определяется деятельностью почвенной микрофлоры. Активизируя полезные группировки микрофлоры почвы, можно влиять на ее плодородие.

Фосфор является важным питательным элементом для сахарной свеклы, поскольку он способствует росту корнеплода ранней весной и до

конца вегетации. Недостаток фосфора у растений сахарной свеклы вызывает ряд серьезных последствий: затрудняется рост растений, происходит покраснение листьев, недостаток кальция и фосфора приводит к заболеванию корнеедом, ухудшается азотное питание растений и процессы фотосинтеза, снижается устойчивость к болезням и засухе, урожай и сахаристость корнеплодов. Как видно, фосфор играет значительную роль в формировании урожая и качества сахарной свеклы. В связи с этим, мы изучали влияние интродукции ассоциации фосформобилизующих бактерий (бактериальное удобрение Fosstim-1) путем предпосевной бактериализации семян сахарной свеклы на численность микробного сообщества сероземной почвы в динамике, в течение вегетации.

Нами установлено, что интродукция в почву Fosstim-1 способствует активации жизнедеятельности почвенной микрофлоры, что выражается в увеличении численности микроорганизмов агрономически полезных групп: аммонификаторов, олигонитрофилов, нитрификаторов, целлюлозоразлагающих, маслянокислых, актиномицетов на 1-2 порядка, в то время как численность вредных микроорганизмов - микромицетов и денитрификаторов снижалась на 1-2 порядка в течение вегетации сахарной свеклы на всех фонах изученных удобрений. Количество фосформобилизующих бактерий возрастало в течение вегетации на 2 порядка ( $10^7$  кое/г почвы) по сравнению с контролем ( $10^5$  кое/г почвы), количество подвижного фосфора увеличилось в опытном варианте на 20,7 мг  $P_2O_5$ /кг почвы в среднем за вегетацию (рис. 26).



Примечание:  $P < 0,05$  — достоверно по отношению к контролю

1- 3 — фазы вегетации сахарной свеклы:  
1 — 5-6 настоящих листьев, 2 - смыкания листьев в рядах, 3 — созревание

**Рис. 26. Динамика изменения содержания подвижного фосфора в почве под сахарной свеклой в зависимости от численности фосформобилизующих бактерий**

Таблица 16

## Экономическая эффективность применения биоудобрений на хлопчатнике (сум)

Показатели	Контроль-традиционный посев NPK-100% (N <sub>200</sub> P <sub>180</sub> K <sub>100</sub> кг/га)	Опыт-NPK-100% + Fosstim-1 (30 мг/га) + Serhosil (120л/га)	Контроль-NPK-50% + навоз КРС (20 т/га)	Опыт- NPK-50%+ Fosstim-1(30 мг/га) +Serhosil (120 л/га) +Биоком (1 т/га)
Затраты на подготовку почвы и семян перед посевом, посев уход за растениями в течение вегетации, внесение удобрений, полив.	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Стоимость удобрений:				
• минеральные - NPK	280 000	280 000	140 000	140 000
• органические - навоз	-	-	400 000	-
• биологические: бактериальное удобрение– Fosstim-1 биопрепарат Serhosil биокомпост Биоком	- - -	180 10 000	- -	180 10 000 100 000
<b>Всего расходов на удобрения</b>	<b>280 000</b>	<b>290 180</b>	<b>540 000</b>	<b>250 180</b>
Затраты на уборку и транспортировку	800 000	800 000	800 000	800 000
Общие затраты	2 080 000	2 090 180	2 340 000	2 050 180
Урожай, ц/га	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>43,0</b>	<b>45,0</b>
Стоимость урожая	2 808 000	3 510 000	3 018 600	3 159 000
Чистый доход	<b>728 000</b>	<b>1 819 640</b>	<b>678 600</b>	<b>1 108 820</b>
Рентабельность %	<b>35</b>	<b>87</b>	<b>29</b>	<b>54</b>

Развитие фосформобилизующих бактерий в почве наряду с нитрификаторами, создало благоприятный фосфатный режим и тем самым, неблагоприятные условия для развития микромицетов, в том числе фитопатогенов. Улучшенные условия в ризосфере по обеспечению свеклы кальцием, высвобожденным из трикальцийфосфата фосформобилизующими бактериями, значительно (до 7-20%) снизили заболеваемость сахарной свеклы корнеедом, тогда как в контроле процент заболевших корнеедом растений составлял 16-50% на разных фонах удобрений.

При применении Fosstim-1 на разных фонах удобрений активизировались микробиологические процессы и процессы гумусообразования в почве, в результате повысилась биологическая активность и улучшилось плодородие сероземной почвы. Урожай сахарной свеклы повысился до 80 т/га в варианте с биоудобрениями по сравнению с традиционным посевом свеклы на фоне полного минерального удобрения (34,7 т/га). Прибавка урожая составила 45,3 т/га (табл. 17).

Известно, что решающую роль в углеводном обмене у растений играет фосфорная кислота. Синтез сложных углеводов (сахарозы) может идти только при участии фосфорной кислоты (фосфорилирование). Основываясь на указанной роли фосфора мы предположили, что улучшение фосфорного питания сахарной свеклы за счет мобилизации фосфатов из труднорастворимых фосфорсодержащих соединений под действием фосформобилизующих бактерий будет способствовать увеличению сахаристости сахарной свеклы. Кроме того, одним из основных процессов, обуславливающих накопление сахаров в свекле, является фотосинтез. Внекорневая подкормка растений путем опрыскивания филосферы растений биопрепаратом Serhosil (дважды в течение вегетации) способствовала увеличению фотосинтетической поверхности листьев по сравнению с контролем. В результате, получено увеличение сахара в корнеплодах на 3,0-3,9%, а общего сбора сахара на 3,2-10,2 т/га в вариантах с применением биоудобрений по сравнению с контролем (табл.17).

Анализ экономической эффективности новой биоагротехнологии возделывания сахарной свеклы (по ценам 2011 года) показывает, что самый высокий уровень рентабельности (1181%) получен от применения комплекса 3х биоудобрений (Fosstim-1+Biokom+Serhosil). При урожае 80 т/га чистый доход составляет 36 879 820 сум/га (табл. 18).

**6.3. Эффективность применения новой биотехнологии на овощных культурах (огурцы, картофель).** Современные прогрессивные технологии возделывания овощных культур должны обеспечить возможность получения высоких и устойчивых урожаев с хорошим качеством получаемой продукции и снижением отрицательного воздействия на окружающую среду. Поскольку овощи являются основным источником витаминов, ферментов, микроэлементов, минеральных солей, других биологически активных веществ и входят в незаменимые продукты рационального питания человека, требования относительно их качества довольно высокие. Для обеспечения

Таблица 17

## Основные показатели продуктивности сахарной свеклы на разных фонах удобрений

Показатели	без удобрений	Контроль- NPK-100% традицион- ный посев	Опыт- NPK -50% + Fosstim-1	Опыт - Biokom (2 т/га)+ Fosstim-1	Опыт- Biokom (2 т/га)+ Fosstim-1+ Serho sil (300 л/га)
Средний вес 1 корнеплода, г	303	350	<u>950</u>	<u>1100</u>	<u>1600</u>
<b>Прибавка веса 1 корнеплода г</b>		47	<u>600</u>	<u>750</u>	<u>1250</u>
Урожайность корнеплодов, т/га	15,1	34,7	<u>47,5</u>	<u>55,0</u>	<u>80,0</u>
Прибавка урожайности, т/га		19,6	<u>12,8</u>	<u>20,3</u>	<u>45,3</u>
Сахаристость, %	15,2	16,2	<u>19,2</u>	<u>19,6</u>	<u>20,1</u>
Прибавка сахаристости, %		1,0	<u>3,0</u>	<u>3,4</u>	<u>3,9</u>
<b>Сбор сахара, т/га</b>	2,1	<u>7,7</u>	<u>8,5</u>	<u>10,9</u>	<u>17,9</u>
<b>Прибавка сбора сахара, т/га</b>		5,6	<u>0,8</u>	<u>3,2</u>	<u>10,2</u>

P<0,05 – достоверно по отношению к контролю

Таблица 18

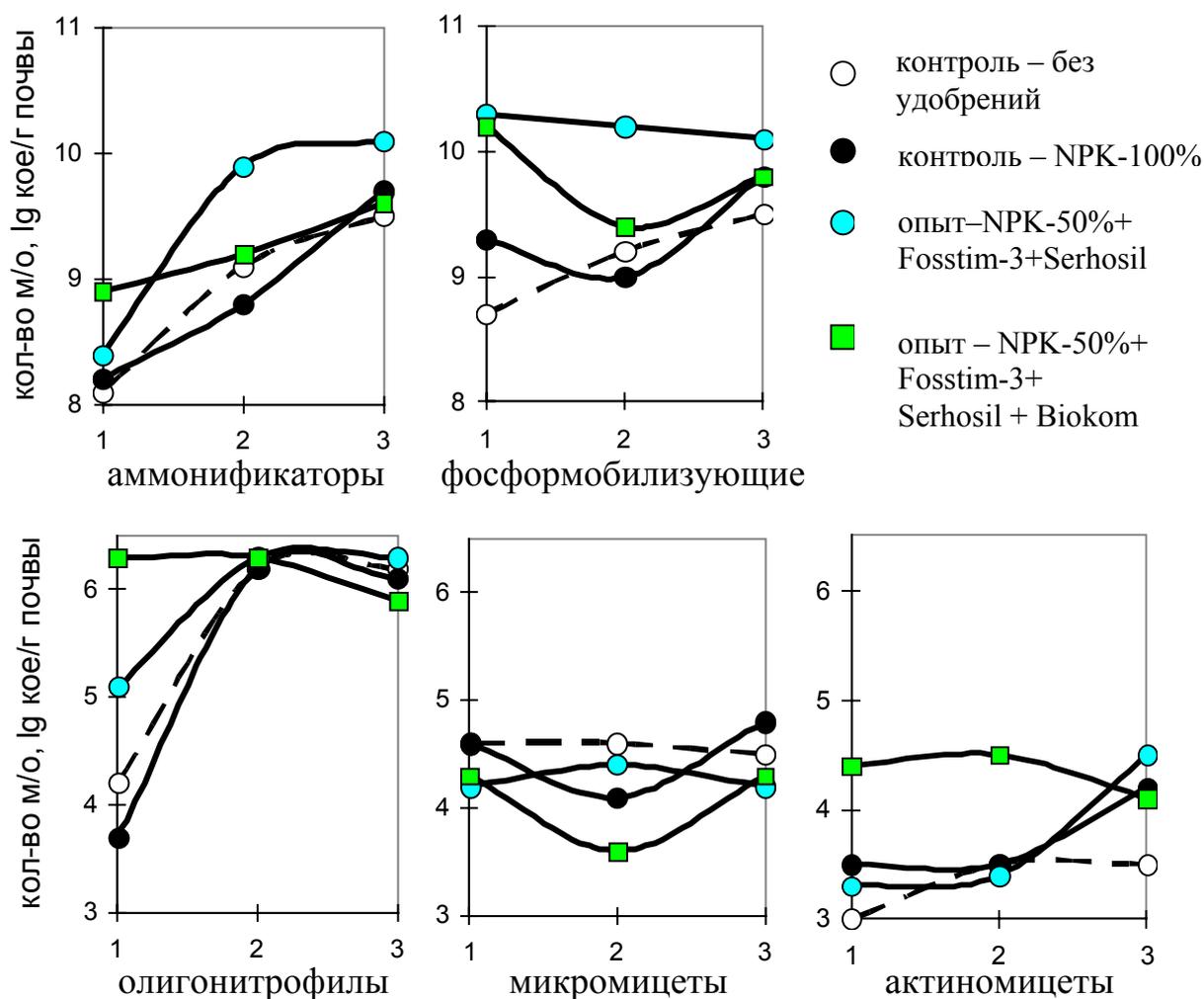
### Экономическая эффективность применения новых биоудобрений на сахарной свекле (сум)

ПОКАЗАТЕЛИ	Контроль- традиционный посев- NPK- 100% (N <sub>200</sub> P <sub>180</sub> K <sub>100</sub> кг/га)	Опыт- NPK-50%+ Fosstim -1 (30 мг/га)	Опыт- NPK-50%+ Fosstim -1 (30 мг/га)+ Serhosil (200 л/га)	Опыт- Fosstim-1 (30 мг/га) + Serhosil (200 л/га) Биокот (2 т/га)
Заграты на подготовку почвы и семян перед посевом, посев уход за растениями в течение вегетации, внесение удобрений, полив	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Стоимость удобрений:				
• минеральные - NPK	294 000	147 000	147 000	-
• органические - навоз	-	-	-	-
• биологические: бактериальное удобрение– Fosstim-1 биопрепарат Serhosil биокомпост Биокот	- - -	180	180 20 000 -	180 20 000 400 000
<b>Всего расходов на удобрения:</b>	<b>294 000</b>	<b>147 180</b>	<b>167 180</b>	<b>420 180</b>
Заграты на уборку и транспортировку	800 000	1 000 000	1 200 000	1 500 000
Общие заграты	2 294 000	2 347 180	2 567 180	3 120 180
<b>Урожай, т/га</b>	<b>34,7</b>	<b>47,5</b>	<b>55,0</b>	<b>80,0</b>
Стоимость урожая	17 350 000	23 750 000	27 500 000	40 000 000
<b>Чистый доход</b>	<b>15 056 000</b>	<b>21 402 820</b>	<b>24 932 820</b>	<b>36 879 820</b>
<b>Рентабельность %</b>	<b>656</b>	<b>911</b>	<b>971</b>	<b>1181</b>

высоких количественных и качественных показателей урожайности необходимо разрабатывать экологически безопасные и экономически рентабельные технологии выращивания овощных культур. Важное место в системе получения экологически чистых сельскохозяйственных продуктов занимают бактериальные удобрения, биопрепараты, биокомпосты, биоорганические удобрения, применение которых не только восстановит, но и повысит плодородие почв, а следовательно улучшит качество урожая, его количество, снизит биотический потенциал болезней и вредителей.

Одним из наиболее важных питательных элементов для возделывания овощных культур является фосфор, от которого зависит плодородие почвы, количество и качество урожая. Однако, овощные культуры при существующей системе земледелия, испытывают недостаток в этом элементе питания, что приводит у культуры огурца к замедлению роста корней, побегов и листьев, вызывает отмирание тканей листьев, их высыхание и опадение, бесплодие огурцов, задержку цветения и образования плодов, снижает водоудерживающую способность растений, урожай и его качество, способствует накоплению нитратов в огурцах за счет стимулирования активности нитратредуктазы.

Нами в 3-х летних лизиметрических и полевых опытах, проводимых в на сероземной почве в Институте овоще-бахчевых культур и картофеля МСВХ РУ на сорте огурцов Навруз изучено влияние бактериального удобрения Fosstim-3 (действующее начало - фосформобилизующий штамм *Bacillus subtilis BS-26*) на динамику изменений микробного сообщества по основным агрономически важным группам почвенных микроорганизмов. В результате исследований выявлено, что численность аммонификаторов, олигонитрофилов, фосформобилизующих бактерий и актиномицетов увеличивалась на 1-2 порядка на протяжении вегетации растений в опытных вариантах с применением 2-х (Fosstim-3+ Serhosil) и 3-х видов биоудобрений (Fosstim-3+Serhosil+Biokom) на фоне сокращения доз минеральных удобрений на 50% (рис. 27). В контроле (100% NPK) численность аэробных азотфиксирующих бактерий *Azotobacter vinelandi* составляла 10 кое/г почвы, а *Azotobacter chroococcum* не был обнаружен. В варианте, где были применены все 3 вида новых биоудобрений численность *Azotobacter chroococcum* увеличилась на 3 порядка и составила  $1,2 \times 10^4$  кое/г почвы по сравнению с контролем (10 кое/г почвы на фоне 50% NPK), что свидетельствует о хорошем обеспечении биологическим азотом растений огурцов в опытных вариантах. Численность микромицетов в опытных вариантах с применением 3-х видов биоудобрений снижалась на 1 порядок ( $10^3$  кое/г почвы) в середине вегетации по сравнению с контролем ( $10^4$  кое/г почвы). Изучение динамики изменений агрохимических свойств почвы под влиянием новых биоудобрений показало уменьшение подвижных форм азота на 1,8-4,0 мг/кг, фосфора на 0,3-5,0 мг/кг в среднем за вегетацию, что может свидетельствовать об усвоении этих биогенных элементов растениями по



### 1-3 – фазы вегетации:

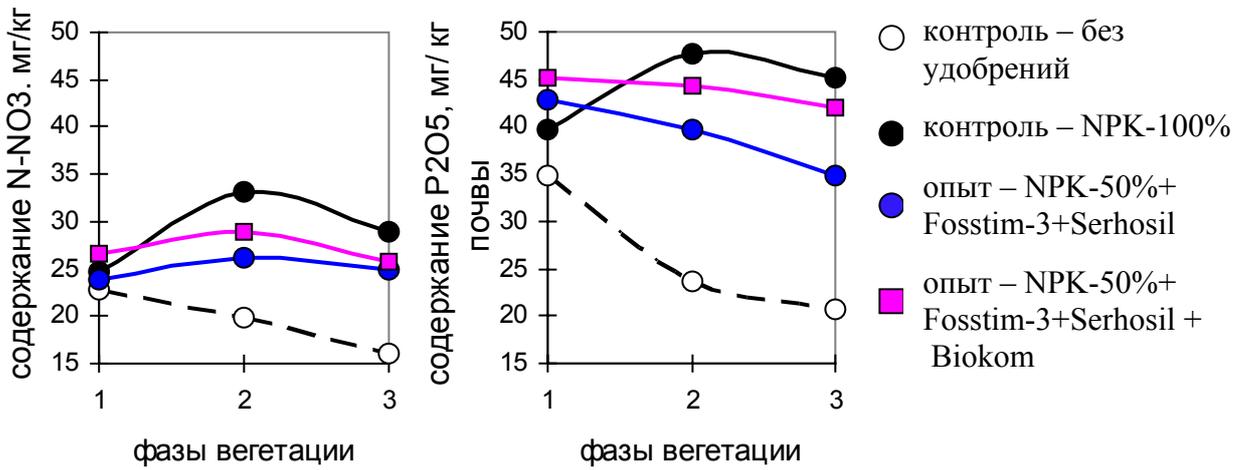
1 – до посева, 2- массовое плодообразование, 3- конец вегетации

**Рис. 27. Влияние новых биоудобрений на динамику развития микробного сообщества в ризосфере огурцов**

сравнению с контролем. Содержание гумуса в почве достоверно увеличивалось только в опытном варианте с применением 3-х видов биоудобрений (Fosstim-3+ Serhosil+Biokom) (рис. 28).

Хорошее развитие *Azotobacter chroococcum* в ризосфере огурцов в опытном варианте с применением 3х видов биоудобрений можно объяснить созданием благоприятных условий для его развития – повышением содержания гумуса в почве на 0,07%, высвобождением  $P_2O_5$  из органических и минеральных труднодоступных фосфатов и нормализацией влажности почвы за счет влагоудерживающей способности внесенного биокомпоста и улучшения фосфатного режима почв.

Изучение влияния комплекса новых биоудобрений на урожайность и качество огурцов показало, что наиболее высокий урожай огурцов (22,0 т/га) был получен при применении 2-х биоудобрений (Fosstim-3+Serhosil) на фоне NPK-50%, что на 3,1 тонну достоверно превышало контроль (NPK-100%), (рис.29).



1-3 – фазы вегетации:  
1 – до посева, 2- массовое плодообразование, 3- конец вегетации

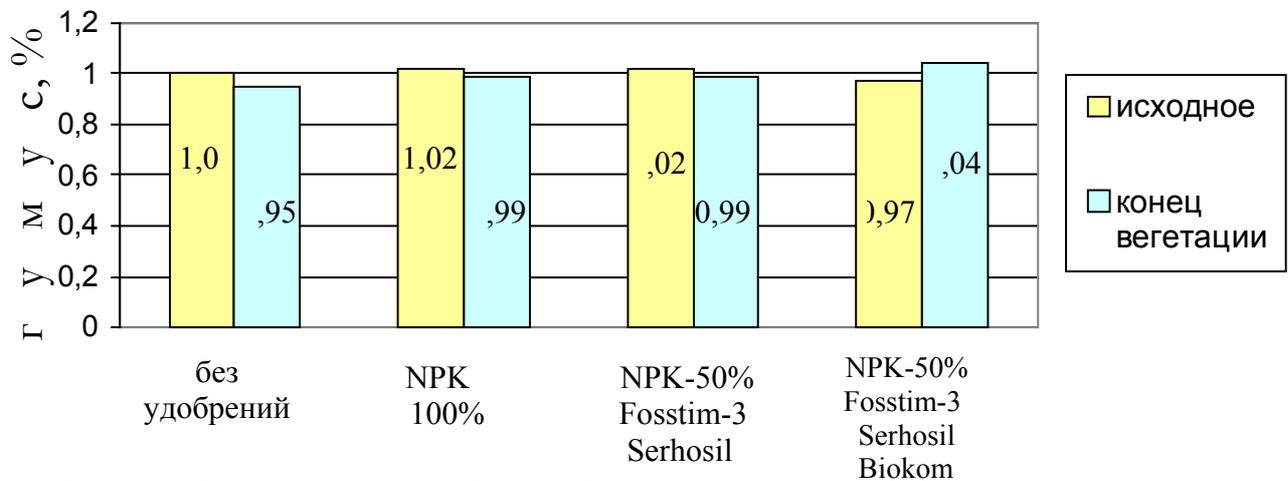
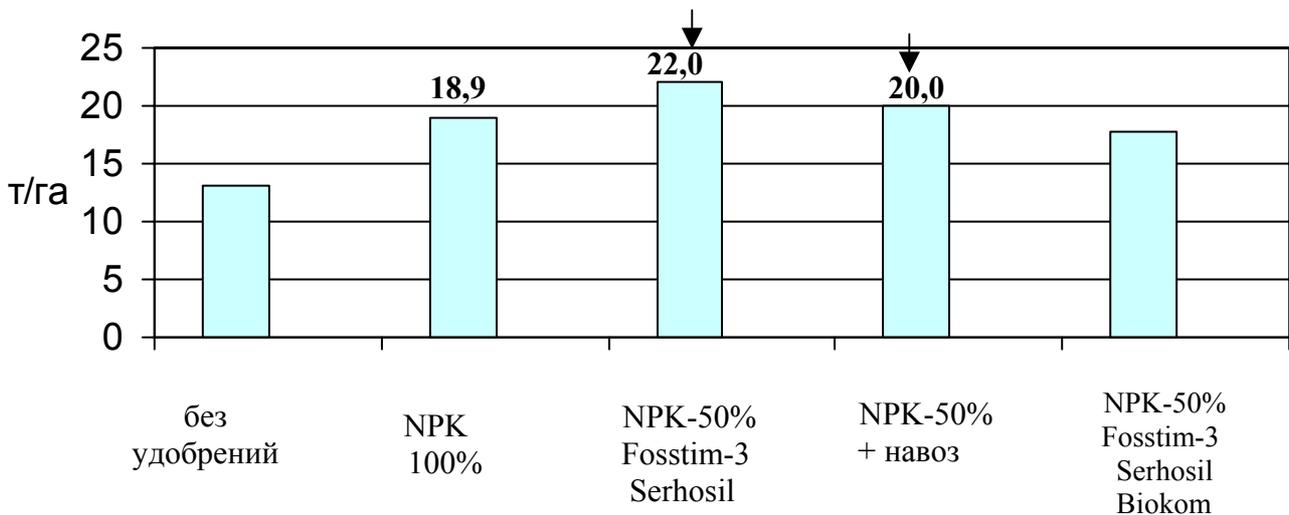


Рис. 28. Влияние новых биоудобрений на агрохимические показатели сероземной почвы под огурцами



НСР<sub>05</sub> – 3,62

↓ Примечание: P<0,05 – достоверно по отношению к контролю (NPK-100%)

Рис. 29. Урожайность огурцов на разных фонах удобрений (полевой опыт, типичный серозем Ташкентская область)

При снижении дозы вносимых минеральных удобрений на 50% в сочетании с внесением новых биоудобрений в плодах огурца снижается содержание нитратов до 5,32 мг/кг по сравнению с контролем (15,9 мг/кг) и увеличивается содержание аскорбиновой кислоты до 10,4 и 10,7 мг% по сравнению с контролем (7,83мг%) и сахаров (табл.19).

**Таблица 19**

**Биохимические показатели качества огурцов, выращенных на разных фонах удобрений**

№	Вариант опыта	Сухое в-во, %	Аскорбиновая кислота мг/%	Сахара, %			N-NO <sub>3</sub> мг/кг
				моно	ди	сумма	
1	Контроль - без удобрений семена, замочены в воде	3,4± 0,23	6,54± 0,10	1,65± 0,10	-	1,65± 0,10	3,40± 0,20
2	Контроль - N <sub>150</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub> кг/га + семена замочены в воде	3,6± 0,23	7,83± 0,15	1,80± 0,12	-	1,80± 0,20	15,9± 0,10
3	Опыт - N <sub>75</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub> кг/га +Fosstim-3+Serhosil (200 л/га)	3,7± 0,23	<b>10,4±</b> <b>0,23</b>	1,96± 0,10	0,04± 0,10	2,0± 0,58	8,62± 0,04
4	Контроль - N <sub>75</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub> кг/га + навоз (20т/га)+ семена замочены в воде	3,4± 0,23	8,36± 0,10	1,79± 0,10	0,33± 0,03	2,06± 0,50	12,4± 0,12
5	Опыт - N <sub>75</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub> кг/га + Fosstim-3+Serhosil (200 л/га) + Biokom (500 кг/га)	3,7± 0,23	<b>10,7±</b> <b>0,20</b>	1,75± 0,20	0,09± 0,02	1,84± 0,10	5,32± 0,26

Примечание: **P<0,05** – достоверно по отношению к контролю (2 вариант)

Анализ экономической эффективности новой биоагротехнологии возделывания огурцов (по ценам 2011 года) показывает, что самый высокий уровень рентабельности (399%) получен от применения комплекса 2-х биоудобрений (Fosstim-3+Serhosil) на фоне половинной нормы минеральных удобрений, что приносит чистый доход в 8 799 595 сум/га при урожае 22 т/га (табл.20). Кроме экономического эффекта (повышение урожайности на 3,1т/га) применение биоудобрений (на фоне NPK-50%), способствует еще и повышению качественных характеристик огурцов – количество аскорбиновой кислоты увеличилось на 2,57% по сравнению с контролем (традиционный посев - NPK-100%), сумма сахаров на 0,2%, содержание нитратов в плодах снизилось на 7,28 мг/кг. Применение 3-х видов биоудобрений (Fosstim-3+Serhosil+Biokom) хотя и способствовало

Таблица 20

### Экономическая эффективность применения новых биоудобрений на огурцах (сум)

ПОКАЗАТЕЛИ	Контроль- традиционный посев- NPK-100% (N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub> кг/га)	Опыт- NPK-50% + Fosstim-3 (30 мл/га) + Serhosil (200л/га)	Контроль - NPK- 50% + навоз КРС – 20 т/га	Опыт- NPK-50%+ Fosstim-3 (30 мл/га) + Serhosil (200л/га) + Biokom (1 т/га)
Затраты на подготовку почвы и семян перед посевом, посев уход за растениями в течение вегетации, внесение удобрений, полив	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Стоимость удобрений:				
• минеральные - NPK	240 000	120 000	120 000	120 000
• органические - навоз	-	-	400 000	-
• биологические: бактериальное удобрение– Fosstim-3 биопрепарат Serhosil биокомпост Biokom	- - -	180 10 000 -	- - -	180 10 000 200 000
<b>Всего расходов на удобрения:</b>	<b>240 000</b>	<b>130 180</b>	<b>520 000</b>	<b>330 180</b>
Затраты на уборку и транспортировку	600 000	600 000	600 000	600 000
Общие затраты	2 325 600	2 200 405	2 644 800	2 428 405
<b>Урожай, т/га</b>	<b>18,9</b>	<b>22,0</b>	<b>20,0</b>	<b>17,7</b>
Стоимость урожая	9 450 000	11 000 000	10 000 000	8 850 000
<b>Чистый доход</b>	<b>7 124 400</b>	<b>8 799 595</b>	<b>7 492 000</b>	<b>6 421 595</b>
<b>Рентабельность %</b>	<b>306</b>	<b>399</b>	<b>283</b>	<b>264</b>

снижению урожайности огурцов на 1,2 т/га по сравнению с контролем, но значительно повысило плодородие почвы (содержание гумуса увеличилось на 0,07%) и самое главное значительно улучшило качество огурцов - содержание аскорбиновой кислоты увеличилось на 2,87%, а количество нитратов снизилось на 10,58 мг/кг по сравнению с контролем и на 3,3 мг/кг по сравнению с вариантом, где применялись 2 вида биоудобрений на фоне НРК-50%. Снижение урожайности огурцов можно объяснить малой дозой применения биокомпоста (1 т/га).

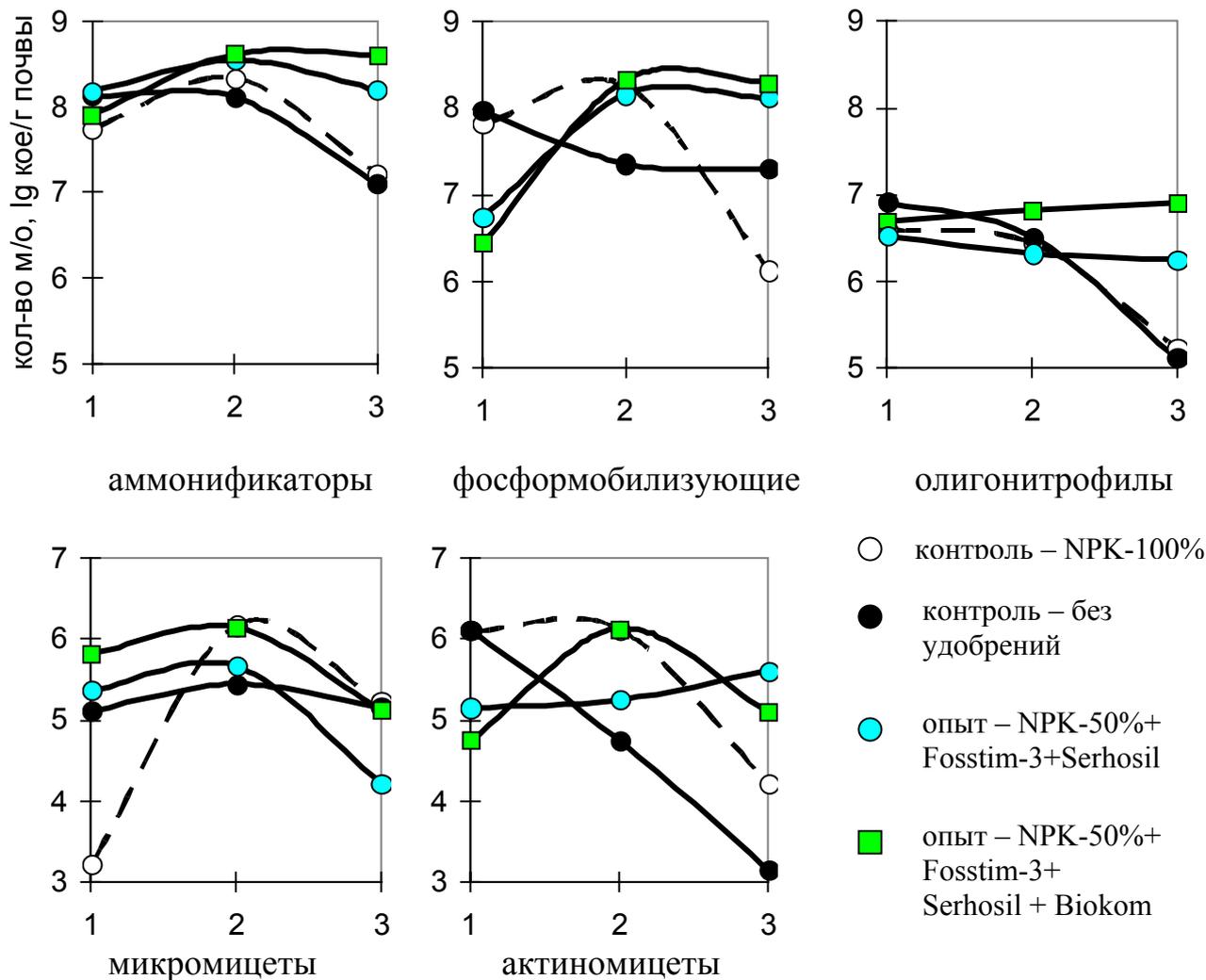
Новые биоудобрения были испытаны нами и на картофеле. Известно, что картофель – сильный потребитель питательных веществ и качество клубней зависит от питания растений. Недостаток усвояемого фосфора в почве задерживает рост и развитие растений картофеля, снижает водоудерживающую способность, замедляет образование клубней и их количество, снижает урожай и крахмалистость клубней, повышает содержание моносахаров и нитратов в клубнях, вызывает железистую пятнистость мякоти клубня.

Наши исследования были направлены на устранение недостатка доступного фосфора в почве посредством интродукции фосформобилизирующих бактерий.

В полевых опытах, проводимых в Институте овоще-бахчевых культур и картофеля МСВХ РУ на сорте картофеля Диёра (на сероземной почве) и Санте (в Самаркандской области на сероземно-луговой почве) изучено влияние бактериального удобрения Fosstim-3 на динамику изменений численности микробного сообщества по основным агрономически важным группам почвенных микроорганизмов в пахотном слое почвы.

При применении новых биоудобрений на картофеле сорта Диёра на фоне НРК-50%, численность аммонификаторов, фосформобилизирующих бактерий и олигонитрофилов увеличивалась в течение вегетации на 1 порядок по сравнению с контролем (традиционный посев на фоне НРК-100%). Количество микромицетов находилось на уровне одного порядка с контролем. Минеральные удобрения оказывают негативное влияние на развитие актиномицетов, их численность резко сокращается в течение вегетации на 2-3 порядка. Внесение биоудобрений и снижение нормы минеральных удобрений на 50% повышает количество актиномицетов на 1-2 порядка, что оказывает оздоравливающий эффект на почву (рис. 30).

Внесение новых биоудобрений создало благоприятные условия и для развития азотфиксирующих бактерий *Azotobacter chroococcum* в почве. На фоне полного минерального удобрения в исследованных образцах азотобактер нами не был обнаружен, при сокращении нормы НРК на 50% и внесении биокомпоста азотобактер обнаруживался в количестве  $3 \times 10^2$  кое/г почвы, в варианте с применением комплекса 3х биоудобрений численность *Azotobacter chroococcum* составляла  $2,2 \times 10^3$  кое/г почвы, что свидетельствует об активизации процесса азотфиксации в почве и улучшении питания растений биологическим азотом.



1-3 – фазы вегетации:

1 – 3-4 нас. листа, 2- цветение-клубнеобразование, 3- созревание

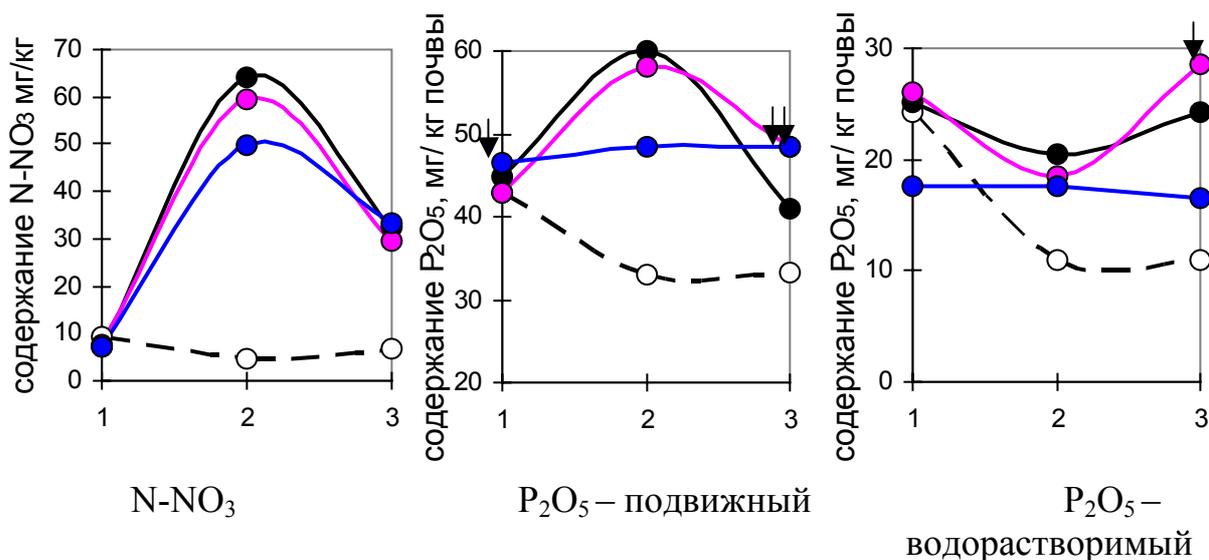
**Рис. 30. Влияние новых биоудобрений на динамику численности микробного сообщества в почве (полевой опыт с картофелем)**

Изучение динамики изменений агрохимических свойств почвы под влиянием новых биоудобрений показало снижение содержания подвижного азота на 4,31 мг/кг, подвижного фосфора на 7,6-11,4 мг/кг, водорастворимого фосфора на 1,8-2,3 мг/кг в среднем за вегетацию, что может свидетельствовать о лучшем усвоении этих биогенных элементов растениями картофеля по сравнению с контролем (рис. 31).

Содержание гумуса в пахотном слое сероземной почвы под картофелем достоверно увеличивалось только в опытном варианте с применением 3-х видов биоудобрений (Fosstim-3+Serhosil+Biokom).

Применение Fosstim-3 и Serhosil на фоне NPK-50% не оказало влияния на содержание гумуса в почве, т.е. применение 2-х видов биоудобрений не снижало плодородия почвы, в отличие от контрольных вариантов, где применялись минеральные удобрения NPK-50% и NPK-100%. Наибольшее снижение содержания гумуса в почве в конце вегетации наблюдалось на безудобренном фоне (табл.21).

Аналогичные данные по микробиологическим, агрохимическим показателям сероземно-луговой почвы были получены на картофеле сорта Санте.



Примечание: ↓ P<0,05 – достоверно по отношению к контролю (NPK-100%)

1-3 – фазы вегетации:

1 – 3-4 нас. листа, 2- цветение-клубнеобразование, 3- созревание

- контроль – без удобрений
- контроль – NPK-100%
- опыт – NPK-50%+Fosstim-3+ Serhosil
- опыт – NPK-50%+ Fosstim-3+Serhosil +Biokom

**Рис. 31. Влияние новых биоудобрений на агрохимические показатели сероземной почвы (полевой опыт с картофелем)**

**Таблица 21**

**Влияние новых биоудобрений на изменение содержания гумуса в пахотном слое почвы под картофелем сорта Диёра (полевой опыт, Ташкентская область)**

Вариант опыта	Исходное содержание, %	Конец вегетации, %	Разница, %
1.Контроль–без удобрений	1,00±0,2	0,91±0,1	- 0,09
2.Контроль– N <sub>200</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub> кг/га	1,06±0,1	1,00±0,3	- 0,06
3. Контроль - N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га	1,01±0,3	1,00±0,3	- 0,01
3. Опыт – N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га + Fosstim-3+Serhosil	0,96±0,1	0,96±0,2	0,00
4. Опыт-N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га+ Fosstim-3+Serhosil+ Biokom (1 т/га)	1,01±0,2	1,03±0,1	+ 0,03

Изучение влияния комплекса новых биоудобрений на урожайность и качество картофеля показало, что самый высокий урожай был получен при применении Fosstim-3+Serhosil на фоне биокомпоста Biokom (41,2 т/га) и навоза (41,9 т/га) на сорте Санте (в контроле – 36 т/га) и 24,6 т/га при применении комплекса 3х биоудобрений на сорте Диёра (в контроле 18,5 т/га) (табл. 22).

**Таблица 22.**

**Влияние новых биоудобрений на урожайность картофеля**

Вариант опыта	Сорт Диёра сероземная почва Ташкентской области		Сорт Санте сероземно-луговая почва Самаркандской области	
	урожай, т/га	прибавка урожая, т/га	урожай, т/га	прибавка урожая, т/га
1.Контроль – без удобрений	15,3±0,3	-	28,3±0,3	-
2.Контроль – N <sub>200</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub> кг/га	21,2±0,3	-	36,0±0,3	-
3. Контроль - N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га	18,5±0,3	-	35,1±0,3	-
4. Опыт – N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га + Fosstim- 3+Serhosil	22,2±0,7	1,0	35,6±0,8	0,5
5. Опыт - N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га+Fosstim-3+Serhosil + Biokom (1 т/га)	<b><u>24,6±0,6</u></b>	3,4	<b><u>41,2±0,5</u></b>	5,2
6. Опыт - Fosstim- 3+Serhosil +навоз (20 т/га)			<b><u>41,9±0,6</u></b>	5,9
НСР <sub>05</sub>	1,34		2,31	

Примечание: **P<0,05** – достоверно по отношению к контролю (2 вариант опыта)

Достоверная прибавка урожая в 3,4 т/га была отмечена при применении комплекса из 3-х биоудобрений и НРК-50% на сероземной почве Ташкентской области (сорт Диёра) и в 5,2 т/га на сероземно-луговой почве Самаркандской области (сорт Санте). Прибавка в 5,9 т/га отмечена при применении Fosstim-3 и Serhosil на фоне навоза.

Известно, что крахмалистость клубней в значительной степени зависит от снабжения растений фосфором, который принимает участие в фотосинтезе. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в ризосфере хорошо приживаются и размножаются интродуцированные вместе с клубнями в почву фосформобилизующие бактерии из состава Fosstim-3, что улучшает фосфорное питание картофеля. Известно, что в первые дни после появления всходов в растение поступает незначительное

количество фосфора, однако этот период является критическим, так как отрицательное действие недостатка фосфора не может быть возмещено никаким последующим улучшением фосфорного питания. Поэтому применение фосформобилизующих бактерий для предпосевной обработки клубней оказывает полезное действие именно с самого начала роста и развития растения картофеля.

Нами изучены биохимические показатели качества картофеля, выращенного на разных фонах удобрений. Из данных таблицы 23 видно, что применение Fosstim-3 и Serhosil на фоне NPK-50% повышает содержание сухого вещества в клубнях картофеля сорта Диёра на 0,4%, на фоне биокомпоста Биокот – на 0,25%; содержание крахмала на 0,9-1,1%; аскорбиновой кислоты – на 0,42-2,5 мг% соответственно по сравнению с контролем (традиционный посев с применением полного минерального удобрения - NPK-100%). Снижение нормы минеральных удобрений на 75% и применение Fosstim-3 и Serhosil привело к повышению содержания крахмала в клубнях на 1,8%. Содержание дисахаров увеличивалось в опытных вариантах с применением Fosstim-3 и Serhosil на фоне NPK-50% и NPK-25% на 0,15- 0,08%, биокомпоста Биокот – на 0,06% по сравнению с контролем (NPK-100%).

**Таблица 23.**  
**Биохимические показатели качества картофеля сорта Диёра**

Вариант опыта	Сухое в-во %	Крах мал, %	Аскорби новая кислота, мг/%	Сахара, %			N- NO <sub>3</sub> мг/кг
				моно	ди	сумма	
1. Контроль–без удобрений	23,50± 0,03	11,2± 0,20	12,0± 0,23	0,32± 0,06	0,04± 0,02	0,36± 0,03	6,13± 0,31
2. Контроль– N <sub>200</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub> кг/га	23,35± 0,03	10,3± 0,15	10,70± 0,15	0,38± 0,07	0,02± 0,01	0,40± 0,04	13,18± 0,05
3. Опыт – N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га + Fosstim-3+Serhosil	<u>23,75±</u> <u>0,09</u>	<u>11,2±</u> <u>0,20</u>	11,12± 0,27	0,30± 0,06	<u>0,17±</u> <u>0,03</u>	0,47± 0,04	6,13± 0,31
4. Опыт – N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>50</sub> кг/га + Fosstim-3+Serhosil+ Биокот (1 т/га)	23,60± 0,23	<u>11,4±</u> <u>0,23</u>	<u>13,20±</u> <u>0,23</u>	0,36± 0,06	0,08± 0,003	0,47± 0,04	8,71± 0,06
5. Опыт- N <sub>50</sub> P <sub>37,5</sub> K <sub>25</sub> кг/га +Fosstim-3+Serhosil	23,60± 0,23	<u>12,1±</u> <u>0,15</u>	<u>11,40±</u> <u>0,20</u>	0,40± 0,08	0,10± 0,04	0,50± 0,06	4,84± 0,09

Примечание: **P<0,05** – достоверно по отношению к контролю (2 вариант опыта)

Содержание нитратов в клубнях картофеля снижается на 7,05-8,34 мг/кг при применении Fosstim-3 и Serhosil на фоне NPK-50% и NPK-25%, на 4,47 мг/кг на фоне биокомпоста. Аналогичные данные получены на сорте

Санте. Анализ экономической эффективности новой биоагротехнологии возделывания картофеля показал, что самый высокий эффект получен от применения комплекса 3х биоудобрений (Fosstim-3+Serhosil+Biokom) на фоне половинной нормы минеральных удобрений: на сорте Диёра самый высокий уровень рентабельности составил 578 %, при урожае 24,6 т/га, что приносит чистый доход в 11357700 сум/га, в контроле (традиционный способ) - чистый доход составил 8400000 сум, урожай 21,2 т/га, рентабельность 405%. На сорте Санте самый высокий чистый доход составил 23154700 сум при урожае 41,2 т/га (рентабельность 1479%), в контроле (традиционный способ) - чистый доход составил 19530000 сум, урожай - 36,0 т/га, рентабельность - 943% (табл.24).

Таким образом, на основании полученных результатов исследований можно заключить, что применение комплекса новых биоудобрений на овощных культурах (огурцы и картофель) оказывает стимулирующее влияние на развитие корневой системы и накопление клубней, за счет стимуляции развития полезных микробных сообществ в ризосфере, повышающих коэффициент использования вносимых удобрений (минеральных и органических) и почвенных запасов, что приводит к улучшению корневого питания овощных культур макро- и микроэлементами, повышению урожайности и качества овощной продукции без ущерба для почвенного плодородия. Хорошие результаты получены нами при снижении нормы минеральных удобрений на 50% и 75%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При использовании фосфорных удобрений необходимо учитывать, что уровень фосфатов в почве должен поддерживаться внесением фосфорных удобрений в дозах на уровне выноса фосфора урожаем. Превышение привело к зафосфачиванию и уменьшению продуктивности почвы, так как 80-90% от внесенного фосфора закрепляется в почве и не усваивается растениями.

Одним из экологически безопасных, энерго- ресурсосберегающих, и экономически эффективных способов решения проблемы зафосфачивания почв является микробная трансформация труднодоступных фосфорсодержащих соединений в почве, приуроченная к корневой зоне растений, т.к. ответственную роль в процессе использования растениями фосфора и др. элементов играют корни. Фосфатные ионы в почве, как известно, не очень подвижны, поэтому вокруг корневой зоны растений часто возникает дефицит фосфора.

В связи с этим, нами из почвы и ризосферы сельскохозяйственных культур были выделены и в результате скрининга с помощью изотопа <sup>32</sup>P отобраны 4 новых активных штамма фосформобилизующих бактерий – *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum*, *B. subtilis* BS-26, *B. polymyxa* BP-700.

Таблица 24

**Экономическая эффективность применения новых биоудобрений на картофеле сорта Санте(сум)**

ПОКАЗАТЕЛИ	Контроль- традиционный посев- NPK- 100% (N <sub>200</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub> кг/га)	Опыт- NPK-50% Fosstim-3 (50мл/га) Serhosil (300л/га)	Опыт- NPK-50% Fosstim-3 (50мл/га) Serhosil (300л/га) Biokom (1 т/га)	Опыт - навоз КРС – 20 т/га Fosstim-3 (50мл/га) Serhosil (300 л/га)
Затраты на подготовку почвы и семян перед посевом, посев уход за растениями в течение вегетации, внесение удобрений, полив	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Стоимость удобрений: • минеральные - NPK	270 000	135 000	135 000	-
• органические - навоз	-	-	-	400 000
• биологические: бактериальное удобрение— Fosstim-3 биопрепарат Serhosil биокомпост Biokom	- - -	300 30 000	300 30 000 200 000	300 30 000 -
<b>Всего расходов на удобрения:</b>	<b>270 000</b>	<b>165 300</b>	<b>365 300</b>	<b>430 300</b>
Затраты на уборку и транспортировку	600 000	600 000	600 000	600 000
Общие затраты	2 070 000	1 965 300	1 565 300	2 230 300
<b>Урожай, т/га</b>	<b>36,0</b>	<b>35,6</b>	<b>41,2</b>	<b>41,9</b>
Стоимость урожая	21 600 000	21 360 000	24 720 000	25 140 000
<b>Чистый доход</b>	<b>19 530 000</b>	<b>19 394 700</b>	<b>23 154 700</b>	<b>22 909 700</b>
<b>Рентабельность %</b>	<b>943</b>	<b>987</b>	<b>1479</b>	<b>1027</b>

Впервые изучены свойства, характеризующие эффективность штаммов – интродуцентов: усвоение клетками Р и Са из трикальцийфосфата, мобилизация фосфора из Са<sub>3</sub>(РО<sub>4</sub>)<sub>2</sub> с помощью Р-32, минерализация фитина, синтез биоПАВ, антагонистическая активность к фитопатогенам, колонизирующая, ростстимулирующая и корнеобразующая способность, а также деструкционная способность к хлороорганическим пестицидам.

Активная приживаемость в почве интродуцированных бактерий и их антагонистическая способность по отношению к фитопатогенным грибам *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* и *Alternaria alternata*, позволяют использовать фосформобилизующие бактерии и в качестве биофунгицидов.

Впервые для улучшения фосфатного режима почв созданы новые бактериальные удобрения серии Fosstim. Поскольку в почвах присутствуют как органические, так и минеральные труднодоступные фосфорсодержащие соединения, в составе новых биоудобрений присутствуют как фосфатазоактивные штаммы, так и штаммы-кислотообразователи. Ассоциация 3-х штаммов - *B. megaterium* ВМ-1 (ризосфера хлопчатника), *B. polymyxa* ВР-700 (ризосфера сахарной свеклы) и *B. subtilis* ВS-26 (почвенный штамм) явилась основой нового бактериального удобрения Fosstim-1 для технических культур (хлопчатника и сахарной свеклы). Действующим началом нового бактериального удобрения Fosstim-3 для овощных культур (огурцы, картофель) был отобран штамм *B. subtilis* ВS-26.

Впервые разработана биотехнология получения бактериальных удобрений - новые экономически эффективные питательные среды, технические условия, лабораторный регламент на малотоннажное производство, технологическая и аппаратурная схема производства бактериальных удобрений серии Fosstim, марок Fosstim-1 и Fosstim-3. Используемые в составе бактериальных удобрений штаммы не относятся к числу патогенных видов, не являются генно-инженерными или мутантными микроорганизмами.

Механизм действия бактериальных удобрений серии Fosstim обусловлен усилением симбиоза растений и почвенного микробного сообщества, через повышение численности полезных микроорганизмов, в частности, группы свободноживущих азотфиксаторов *p. Azotobacter*, фосформобилизующих (кислотообразователей и фосфатазоактивных), целлюлозоразлагающих, нитрифицирующих и других видов микроорганизмов, синтезирующих биологически активные вещества и повышающих активность метаболических процессов в растениях.

Этот механизм практически стабильно повышает уровень доступного фосфора в почве, положительно влияет на микробиоценоз ризосферы растений, улучшает плодородие почвы и экологическое равновесие агробиоценозов, повышает урожайность сельскохозяйственных культур, показатели качества продукции, а также в несколько раз снижает уровень содержания в продукции нитратов и степень заболеваемости растений.

Так как существующие технологии возделывания сельскохозяйственных культур не в силах обеспечить восстановление и повышение плодородия зафосфаченных почв, нами впервые разработана биотехнология изготовления и применения нового экологически безопасного, высокоэффективного биоорганического удобрения – биокомпоста *Biokom* на основе растительных остатков и фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus*.

В процессе исследований подобраны компостируемые материалы и отобраны их оптимальные количественные соотношения. Изучение интенсивности протекания микробиологических процессов в компосте путем определения численности микробного сообщества при интродукции бактериальной ассоциации из 4-х штаммов фосформобилизующих бактерий *p. Bacillus* по сравнению с небактеризованными растительными остатками показало увеличение численности микробных популяций на 1-2 порядка, что значительно сократило сроки компостирования – до 5 месяцев (в контроле – 8-9 месяцев). Используемый факультативно аэробно-анаэробный процесс биоконверсии растительных остатков, за счет инокулирования в компостируемую массу ассоциации фосформобилизующих бактерий, обеспечивает: направленный процесс биоконверсии, минимум затрат, решение экологических задач. Биокомпост предназначен для внесения в почву и корневой подкормки растений с целью интенсификации процессов мобилизации фосфорной кислоты из труднодоступных почвенных фосфатов, восстановления биоценоза почв с обеспечением улучшения роста и развития растений, ускорения созревания урожая, усиления устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, подавления развития фитопатогенов.

Механизм благоприятного действия биокомпоста можно объяснить растворяющим действием органических карбоновых кислот, выделяемых фосформобилизующими бактериями и образующихся при разложении органического вещества почвы при его внесении, а также способностью органического вещества хелатировать кальций, предотвращая его реакцию с фосфатами. Органическое вещество способствует мобилизации почвенных и новообразованных фосфатов, снижая темпы перехода легкорастворимых фракций в труднорастворимые формы.

Совместное применение бактериальных удобрений серии Fosstim и биокомпоста *Biokom* обогащает корневую зону растений полезной микрофлорой, ферментами, биологически-активными веществами, макро и микроэлементами, увеличивает корневую систему растений, по сравнению с традиционной технологией.

Для листовой подкормки растений по фазам вегетации был использован созданный в лаборатории новый биопрепарат *Serhosil*, действующим началом которого является ассоциация из 3-х штаммов зеленых микроводорослей *p. Scenedesmus* (*S. obliquus*, *S. acuminatus* и *S. quadricanda*). Механизм действия биопрепарата можно объяснить повышением фотосинтетической поверхности листьев за счет питания их внеклеточными физиологически

активными веществами, выделяемыми зелеными микроводорослями в процессе культивирования.

Впервые на основании полученных результатов нами создана новая биоагротехнология совместного применения бактериальных удобрений серии Fosstim, биокомпоста Biokom и биопрепарата Serhosil. В многолетних полевых опытах проведены комплексные исследования и доказано эффективное влияние новой биоагротехнологии на состояние почвенного микробного сообщества, содержание органического вещества, подвижных форм азота, фосфора и калия, интенсивность и направленность биологических процессов в почвах. Применение новых биоудобрений при выращивании сельскохозяйственных культур повышает полевую всхожесть семян, стимулирует корнеобразование, рост и развитие репродуктивных органов растений за счет улучшения их азотно-фосфорного питания и устойчивости к фитопатогенам и, как результат, оказывает содействие повышению урожайности и качества продукции, не оказывая негативного влияния на биоценозы почвы и улучшая экологическое состояние окружающей среды. Учитывая то, что биопрепараты имеют низкие цены, применение микробиологических препаратов при выращивании сельскохозяйственных культур и уменьшение при этом доз минеральных удобрений ведет к росту экономической эффективности и рентабельности производства.

#### **Выводы:**

1. Впервые из ризосферы технических (хлопчатник, сахарная свекла), овощных культур (огурцы и картофель) и сероземной почвы выделены 40 культур бактерий, и в результате скрининга с помощью  $^{32}\text{P}$  отобрано 4 новых высокоактивных и технологичных штамма фосформобилизующих бактерий, способных переводить труднодоступные фосфаты почвы (трикальцийфосфат, органофосфаты) в усвояемые растениями формы и повышать коэффициент полезного действия вносимых фосфорных удобрений. Определена их видовая принадлежность - *сем. Bacillaceae, род Bacillus, виды - B. megaterium BM-1, B. megaterium var. phosphaticum BMVP-11, B. polymyxa BP-700, B. subtilis BS-26.*

2. Впервые определена высокая колонизирующая, корнеобразующая, антагонистическая и ростстимулирующая способность активных штаммов. Выявлены новые физиологические особенности фунгицидного и ростстимулирующего действия фосформобилизующих бактерий на растения – синтез биоПАВ липидной природы. В бактериальной биомассе *B. subtilis BS-26* выявлено наличие пальмитиновой, миристиновой, каприновой и стеариновой жирных кислот. В 20-дневных проростках хлопчатника обнаружено наличие 9 жирных кислот. Сравнение хроматограмм контрольных и опытных растений показало, что проростки, выросшие из бактериализованных *B. subtilis BS-26* семян содержали в 1,5 -2 раза больше жирных кислот в сухой массе растений по сравнению с контрольными (без бактерий).

3. Впервые создана ассоциация из *B. megaterium* BM-1, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26, которая явилась основой нового бактериального удобрения «Fosstim-1» для технических культур (хлопчатник, сахарная свекла). Основой нового бактериального удобрения «Fosstim-3» для овощных культур (картофель, огурцы) является штамм *B. subtilis* BS-26. Впервые разработана биотехнология получения бактериальных удобрений серии «Fosstim» - созданы новые экономически эффективные питательные среды на основе водного экстракта биокомпоста и птичьего помета для массового культивирования и спорообразования фосформобилизующих бактерий, оптимизированы условия их культивирования, разработаны технические условия и лабораторный регламент на малотоннажное производство.

4. Выявлено, что инокуляция семян фосформобилизующими бактериями изменяет интенсивность основных метаболических процессов, что обуславливает усиление «дыхания» и энергии прорастания инокулированных семян, более активный рост растений с первых фаз онтогенеза, включая и корневую систему, образование репродуктивных органов растений. Ассоциация 3-х штаммов микроводорослей р. *Scenedesmus* увеличивает фотосинтетическую поверхность листовых пластинок и способствует улучшению питания растений биологически активными веществами и микроэлементами.

5. Впервые разработана новая биотехнология ускоренного приготовления биокомпоста BioKom, позволяющая значительно сократить сроки компостирования растительного органического сырья путем добавления к компостируемой массе фосформобилизующих бактерий р. *Bacillus*. Изучение микробного сообщества, ферментного, химического и макро-микроэлементного состава биокомпоста дает основание для использования его в качестве корневой подкормки с/х культур в количестве 2 т/га и с половинной нормой минеральных удобрений в количестве 1 т/га.

6. Впервые определены взаимоотношения в системе почва – микроорганизмы – растение, выявлена направленность микробиологических процессов в почве в сторону улучшения аммонийного азотного питания растений. Установлено стимулирующее влияние интродуцированных в почву фосформобилизующих бактерий на полезное микробное сообщество и биохимические процессы в почве. Выявлено улучшение агрохимических свойств в пахотном слое почв. Лучший эффект отмечен при сочетании бактериальных удобрений с органическими (навоз, биокомпост) и с 50% дозой минеральных удобрений.

7. Установлено, что фосформобилизующие бактерии из состава бактериальных удобрений серии Fosstim могут служить агентами биоконтроля фитопатогенов хлопчатника (*Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria alternata*) и применяться в качестве биофунгицидов для предпосевной обработки семян.

8. Впервые разработаны научно-обоснованные элементы агробиологической системы земледелия и практические рекомендации производству. Новая биоагротехнология испытана и внедрена: на хлопчатнике в

Ташкентской, Бухарской, Джизакской, Андижанской и Кашкадарьинской областях на площади 17 га, дополнительный урожай хлопка-сырца составил 3,1-4,2-5,9-7,2-10 ц/га с улучшением качества волокна; на овощных культурах в Ташкентской и Самаркандской области на площади в 10 га, дополнительный урожай огурцов составил 3,1 т/га, картофеля – 3,4-5,9 т/га с улучшенным качеством продукции.

### **Научно-практические рекомендации сельскому хозяйственному производству:**

1. Для растворения и минерализации почвенных труднодоступных, нерастворимых в воде минеральных и органических фосфорсодержащих соединений (трехкальциевые фосфаты, фитин, глицерофосфаты и др.), повышения коэффициента усвоения растениями почвенных валовых запасов фосфора и вносимых фосфорных удобрений, улучшения фосфатного режима почв и фосфорного питания сельскохозяйственных культур, необходимо применять бактериальные удобрения серии Fosstim на основе местных штаммов фосформобилизующих бактерий в виде предпосевной обработки семян. На зафосфаченных почвах рекомендуется применять бактериальные удобрения серии Fosstim, исключая при этом применение фосфорных удобрений или сокращая их норму на 50%.

2. Для повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур необходим научно-обоснованный подход к системе земледелия к каждому конкретному участку и типу почв. С этой целью перед посевом культур необходимо сделать диагностику почв по микробиологическим, агрохимическим и агрофизическим показателям.

3. На основании проведенной диагностики необходимо, в первую очередь грамотно откорректировать нарушенный микробиологический, биохимический, агрохимический и физический баланс почвы с целью устранения недостатка отдельных питательных элементов. С учетом свойств почв и потребности растений к питательным элементам, следует разработать необходимые для каждой конкретной культуры нормы вносимых удобрений (минеральных, органических, органо-минеральных и биологических).

4. Для улучшения фосфатного режима почв, стимуляции корнеобразования и интенсификации корневого питания технических культур (хлопчатника и сахарной свеклы), подавления фитопатогенной микрофлоры, образования симбиотических связей в системе почва-микроорганизмы-растение и восстановления природных регуляторных механизмов в агробиоценозах, необходимо проводить предпосевную обработку семян в бактериальном удобрении Fosstim-1 из расчета 30-50 мл/га. Для улучшения процессов фотосинтеза, ростстимуляции и устойчивости растений к засухе необходимо проводить листовую подкормку биопрепаратом Serhosil в течение вегетации из расчета 200-300 л/га. Норму вносимых удобрений - минеральных, органических (навоз КРС), органо-минеральных и биологических (биокомпоста Biokom) следует определять после диагностики качества почв.

5. Для сохранения и повышения плодородия почв, увеличения урожайности и качественных показателей овощных культур (огурцы, картофель) необходимо проводить предпосевную обработку семян в бактериальном удобрении Fosstim-3 из расчета 30 мл/га и листовую подкормку растений биопрепаратом Serhosil в течение вегетации из расчета 200 л/га. Норму вносимых удобрений следует определять после диагностики качества почв.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

### Монографии:

1. Джуманиязов И., Джуманиязова Г.И., Жумаев Н. Усимликшунослик – чорвачиликда янги технология ва иктисодий самараси. Тошкент, 1996. 104 б.
2. Джуманиязов И., Джуманиязова Г.И. Микроорганизмлар ва яшил сувутлари – тупрок унумдорлигини оширишда тоза биоусуллар. Тошкент. 2003. Босма тобоги 10,0. 170 б.
3. Джуманиязов И., Джуманиязова Г.И., Ахмедов Х.К. Биологик усуллар таъсирида канд лавлаги етиштириш. Тошкент. 2006. 146 б. Босма тобоги 4,6.

### Учебно-методические пособия:

4. Джуманиязов И., Холмурадов Э.А., Джуманиязова Г.И. Тупрок ва сув микробиологияси. Укув кулланма. Тошкент, 2007. Босма тобоги 14,5. 2000 экз.

### Статьи в научных журналах:

5. Егжимов С.С. Джуманиязова Г.И. Динамика почвенного микробиоценоза под хлопчатником при применении различных удобрений // Научный ж. Истеъдод. – Ташкент, 1998.- № 2.- с. 21-23.
6. Егжимов С.С. Джуманиязова Г.И. Развитие почвенных микроорганизмов в орошаемых типичных сероземах в зависимости от вида внесенных удобрений // Доклады Академии Наук РУз. – Ташкент, 1999. -№ 1. - с. 47-50.
7. Джуманиязова Г.И., Искандаров Ш.Э. Биологик усулнинг тупрок микроорганизмлари ва нафас олиш жараёнларига таъсири // Научный ж. Истеъдод.- Ташкент, 1999.- № 3. с. 14-15.
8. Джуманиязова Г.И. Бактериальные и биологические удобрения // Сахарная свекла.- Москва, 2000. - № 9. с. 21.
9. Джуманиязов И., Джуманиязова Г.И., Искандаров Ш.Э. Новые биоудобрения под овощные культуры // Картофель и овощи. - Москва, 2000. - № 6. с.26.
10. Джуманиязова Г.И., Юсупов Б.Ю. Влияние бактериального удобрения на микробиоценоз ризосферы хлопчатника // Вестник аграрной науки Узбекистана.- Ташкент, 2001.- № -1/3. с. 67-71.
11. Джуманиязова Г.И. Бактеризация семян – для повышения всхожести// Сахарная свекла. - Москва, 2001. - № 11. с. 24.
12. Джуманиязова Г.И., Юсупов Б.Ю. Метод борьбы с болезнями хлопчатника // Аграрная наука.- Москва., 2001.- № 9 с. 29.

13. Джуманиязова Г.И., Юсупов Б.Ю., Давранов К.Д. Выделение и изучение местных штаммов фосфатрастворяющих микроорганизмов // Узб. биол. журн. – Ташкент, 2001.- № 3. с. 4-6.
14. Джуманиязова Г.И., Сейдалиева Л.Д. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы почвы при использовании бактериального удобрения // Вестник аграрной науки Узбекистана. – Ташкент, 2001. - № 4(6). с. 44-45.
15. Йулдошева Х.Э., Джуманиязова Г.И. Сугориладиган оч тусли сур тупрокда микроорганизмлар жараёни ва харакатчан элементлар микдори // Узб.биол.журн. - Тошкент, 2001. - № 2. б.15-18.
16. Джуманиязова Г.И., Абсаттаров Н.А., Юсупов Б.Ю. Выживаемость и приживаемость фосформобилизующих бактерий на засоленных почвах // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. – Нукус, 2002. - №1-2. с. 19-20.
17. Юсупов Б.Ю., Джуманиязова Г.И. Влияние фосформобилизующих бактерий на деполимеризацию органофосфатов и процессы гумусообразования в почве // Химия природных соединений.- Ташкент, 2002.- с. 78-79.
18. Джуманиязова Г.И. Фосфатазная активность микроорганизмов и содержание подвижного фосфора в почве // Доклады Академии Наук РУз. – Ташкент, 2002. - № 3. с. 65-67.
19. G.I. Jumaniyazova., T.S. Tillaev, K.S. Takhtobin, M. Kalonov. Exploring the phosphate solubilizing capacity of soil bacteria through the application of P-32 radioisotope techniques and X-ray diffraction method // Eurasia Nuclear bulletin. J. of Turkish atomic energy Authority. N 2. - 2003. p. 94- 99.
20. En Z., Vasidov F., Tsipin V.V., Tillaev T., Jumaniyazova G.I. Study of element uptake in plants from the soil to assess environmental contamination by toxic elements // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. 505 (2003). p. 452-465.
21. Джуманиязова Г.И. Новые биофунгициды и биоудобрения для сахарной свеклы // Вестник Каракалпакского Отделения АН РУз.- Нукус, 2004. - № 5-6. с. 15-17.
22. Джуманиязова Г.И. Влияние бактериальных и биологических удобрений на процессы гумусообразования в почве // Доклады Академии Наук РУз. –Ташкент, 2004. - № 4. с. 63-67.
23. Ким А.А., Песцов Г.В., Ядгаров Х.Т., Джуманиязова Г.И., Зиновьев П.В., Джураева Г.Т., Абдукаримов А.А., Гинс В.К. Микроорганизмы – деструкторы полихлорированных бифенилов // Прикладная биохимия и микробиология.- Москва, 2004.- № 1. с. 70-73.
24. Kim A.A., Pestsov G.V., Yadgarov Kh.T., Djumaniyazova G.I., Zinovev P.V., Djuraeva F.T., Abdugarimov A.A., Gins V.K. Microorganisms degrading polychlorinated biphenyls // Applied Biochemistry and Microbiology. - Moscow, 2004. - Vol. 40. p. 60-62.

25. Джуманиязова Г.И. Влияние фосформобилизующих бактерий на ризосферную микрофлору хлопчатника и его урожай в зависимости от типа почв // Доклады Академии Наук РУз. –Ташкент, 2005. - № 1. с. 66-69.
26. Джуманиязова Г.И., Таджиев А.Ю., Тахтобин К.С., Тиллаев Т.Т. Растворение трикальцийфосфата фосформобилизующими ризобактериями // Узб.биол.журн. - Ташкент, 2006.- № 1-2. с. 18-22.
27. Черкасова Г.В., Джуманиязова Г.И., Курбанбаева А.Э.У, Сагдиева М.Г. Биосурфактанты азотфиксирующих и фосформобилизующих ризобактерий // Узб.биол.журн. - Ташкент, 2006. -№ 1-2, с. 96-99.
28. Джуманиязова Г.И., Закирьяева С.И. Изучение жизнеспособности и сохранности фосформобилизующих ризобактерий в стерильных носителях // Узб. биол.журн.- Ташкент, 2007. - № 5, с. 35-39.
29. Абсаттаров Н., Джуманиязова Г.И., Уразбаев Ж. Биовосстановление почвы в условиях Южного Приаралья // AGRO ILM. - Ташкент, 2007.- № 1(1), с.30-31.
30. Джуманиязова Г.И., Закирьяева С.И., Нарбаева Х.С. Влияние питательных сред на ростовую активность фосформобилизующих ризобактерий // Доклады Академии Наук РУз. – Ташкент, 2008. - № 1. с. 52-56.
31. Джуманиязова Г.И. Влияние фосформобилизующих ризобактерий р. *Bacillus* на фосфатный режим почв // Узб.биол.журн., Ташкент, 2010. с. 59-62.
32. Юлдашева Х.Э., Джуманиязова Г.И., Джуманиязов И., Нурмаматов О. Влияние новых микробных биотехнологий на повышение плодородия почв и урожайность хлопчатника // Доклады Академии Наук РУз. – Ташкент, 2011. - № 6. с. 68-71.

**Статьи в сборниках трудов симпозиумов, конференций:**

33. Джуманиязова Г.И., Юсупов Б.Ю., Зарипов Р.Н., Таджиев А.Ю., Закирьяева С.И. Узбекистон тупрокларнинг унумдорлигини оширишда янги экологик тоза биотехнологиялар // Кишлок хужалигига мулжалланган ерлардан дойдаланиш самарадорлигини конунчилик йули билан таъминлаш. Узбекистон Республикаси Олий Мажлиси Сенат ва Конунчилик палатасининг утказилган Илмий-амалий конф. хужжатлари. Тошкент, 2006, 112-117 б.
34. Абсаттаров Н.А., Джуманиязова Г.И., Уразбаев Ж., Сагдиева М.Г. Биовосстановление почвы как необходимость устойчивого развития сельскохозяйственного производства в условиях Южного Приаралья // Труды научно-иссл. Гидрометеорологического ин-та «Проблемы экологической безопасности Узбекистана». Ташкент, 2006. Вып.1(246), с. 57-64.
35. Юсупов Б.Ю., Джуманиязова Г.И., Нарбаева Х.С. Выделение и изучение полифункциональных штаммов ризосферных бактерий для повышения плодородия засоленных почв // Труды Межд. научно-практической конференции молодых ученых «Молодые ученые –

- возрождению агропромышленного комплекса России». Брянск, 2006. с. 125-126.
36. Джуманиязова Г.И., Юлдашева Х.Э., Таджиев А.Ю., Закирьяева С.И., Нарбаева Х.С., Джуманиязов И., Зарипов Р.Н. Новая биологическая система земледелия // Труды межд. научно-метод. конф. Казахского университета дружбы народов «Актуальные проблемы образования, науки и производства-2007». Шымкент, 2007, 11 том, с. 91-94.
37. Юлдашева Х.Э., Джуманиязов И., Джуманиязова Г.И.0 Салямов С., Нурмаматов О.О. Влияние биоудобрений на микробиологическую активность почв Каршинской степи // Труды межд. научно-метод. конф. Казахского университета дружбы народов «Актуальные проблемы образования, науки и производства-2007». Шымкент, 2007, 11 том, с. 85-86.
38. Джуманиязова Г.И. Новые микробные биотехнологии на основе фосформобилизующих ризобактерий для восстановления почвенного плодородия // Труды научно-практ. конф. «Узбекистон тупроклари ва ер ресурслари: улардан оқилна фойдаланиш ва муҳофаза қилиш». Тошкент, 2008. с. 33-35.
39. Нарбаева Х.С., Джуманиязова Г.И., Рузметов Р.С. Выделение и изучение солеустойчивых фосформобилизующих ризобактерий// Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии. Труды межд. науч. конф. Минск, 2008. с. 31-33.
40. Джуманиязова Г.И., Сагдиева М.Г., Ким А.А., Зиновьев П.В. Био-ПАВ *Bacillus* sp., 26 и их роль в стимуляции роста, корнеобразования и иммунитета хлопчатника к заболеваниям // Материалы межд. конф. Актуальные проблемы молекулярной биологии растений. Ташкент, 2008, с. 140-143.
41. Sagdieva M.G., Cherkasova G.V., Djumaniyazova G.I., Kurbanbaeva A.E., Gusakova S.D., Ayropetova Zh.S. Polyfunctional SAS of microbial origin for agriculture // Research Progress in Biotechnology, Nova Science Publishers, New York, 2008. p. 87-97.
42. Джуманиязова Г.И., Нарбаева Х.С., Закирьяева С.И., Бабина А.Е., Юлдашева Х.Э., Зарипов Р.Н., Безбородов Г.Ф., Шадманов Д.К., Мирхашимов Р.Т. Использование ризобактерий с полифункциональными свойствами при выращивании хлопчатника на засоленных почвах // Труды межд. конф. «Гузанинг дунёвий хилма-хиллиги генофонди - фундаментал ва амалий тадқиқотлар асоси». Ташкент, 2010. с.284-287.
43. Байжанов Б., Джуманиязова Г. Хосилдорликни самарали микроорганизмлар оширади//Узбекистон кишлок хужалиги журнали. 2010. № 6.15 б.
44. Бережнова В.В., Джуманиязова Г., С. Икрамова, Х. Караходжаева. Влияние фосформобилизующих бактерий и микроводоросли хлорелла на урожайность и качество огурца // Материалы 5 Межд. научно-практической конф. «Аграрная наука - сельскому хозяйству. Барнаул, 2010. с.454-456.

45. Нарбаева Х.С., Джуманиязова Г.И., Закирьяева С.И., Бабина А.Е., Ким А.А. Новый микробный биопрепарат комплексного действия для биоремедиации и биовосстановления деградированных почв // Труды Института Микробиологии НАНА. Баку, 2011. т.9, № 1. с. 168-178.
46. Бережнова В.В., Караходжаева Х.Т., Джуманиязова Г.И., Зарипов Р. Применение препаратов Fosstim-3 и Serhosil на посадках картофеля в Ташкентской и Самаркандской областях // Труды научно- практ. конф. «Ўзбекистонда сабзавотчилик, полизчилик ва картошкачиликни ҳолати ва ривожлантириш истиқболлари». Ташкент, 2011. с. 159 – 161.
47. Бережнова В.В., Караходжаева Х.Т., Джуманиязова Г.И., Зарипов Р. Влияние биопрепарата Serhosil, бактериального удобрения Fosstim-3, биокомпоста Biokom на урожайность и качество плодов огурца // В сб. трудов научно-практ. конф. «Ўзбекистонда сабзавотчилик, полизчилик ва картошкачиликни ҳолати ва ривожлантириш истиқболлари». Ташкент, 2011.с.162-165
48. Джуманиязова Г.И., Зарипов Р.Н., Бабина А.Е., Бережнова В.В., Караходжаева Х.Т. Микробное сообщество ризосферы картофеля при применении новых биоудобрений // В сб. трудов научно-практ. конф. «Ўзбекистонда сабзавотчилик, полизчилик ва картошкачиликни ҳолати ва ривожлантириш истиқболлари». Ташкент, 2011.с. 173-176.

#### **Тезисы в сборниках трудов съездов, конференций:**

49. Джуманиязова Г.И., Джуманиязов И., Егжимов С.С. Оздоровление и восстановление плодородия засоленных и загрязненных почв Приаралья путем интродукции микроводорослей // Тез.докл. 1 съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент, 1997, с. 122.
50. Джуманиязов И., Джуманиязова Г.И., Егжимов С.С. Зеленые водоросли – источник плодородия орошаемых почв // Тез.докл. 1 съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент, 1997, с. 123.
51. Джуманиязова Г.И., Хадир М., Егжимов С.С., Джуманиязов И. Влияние биоудобрения на рост и развитие сахарной свеклы // Тез. докл. конф. «Проблемы микробиологии и биотехнологии». Ташкент, 1999, с. 134.
52. Джуманиязова Г.И., Юсупов Б.Ю. Поиск и выделение фосформинерализующих микроорганизмов из ризосферы хлопчатника // Тез. докл. конф. «Проблемы микробиологии и биотехнологии». Ташкент, 1999, с. 37.
53. Джуманиязова Г.И., Юсупов Б.Ю. Эффективность бактериальных удобрений // Тез. докл. межд. конф. «Проблемы экологии в сельском хозяйстве». Бухара, 2000, с. 270.
54. Джуманиязова Г.И. Влияние фосфатрастворяющих бактерий на динамику микробных популяций в почве под сахарной свеклой // Тез.докл. 2 съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент, 2000, с. 35-36.

55. Юсупов Б.Ю., Джуманиязова Г.И., Ахмедов Х.К., Джуманиязов И. Новое бактериальное и биологическое удобрение для повышения плодородия почв. Тез. Докл. Конф. Мол. Ученых «Биология- наука XXI века». Пушино. 2002. Том. 3. с. 176-177.
56. Jumaniyazova G.I., Yusupov B.Yu. Restoring soil fertility and raising crop yield by introduction of ecologically clean biopreparations and biofertilizers. Abst. of the X<sup>th</sup> International Congress of bacteriology and Applied Microbiology. Paris. 2002. p.168.
57. Джуманиязова Г.И., Ахмедов Х.К., Искандаров Ш.Э. Новые биофунгициды для обработки семян сахарной свеклы. Тез. Конф. «Актуальные вопросы химизации сельского хозяйства». Ташкент. 2002. с. 57.
58. Джуманиязова Г.И., Ахмедов Х.К., Давранов К.Д. Биопрепарат из фосформобилизирующих бактерий р. *Vacillus* против фитопатогенных микроорганизмов // Тез. конф. «Прикладные аспекты биотехнологии». Ташкент, 2002, с.85.
59. Атаниязов Д.Ф., Абсаттаров Н.А., Халмуратова Р.П., Джуманиязова Г.И. Использование микробных технологий для восстановления плодородия засоленных почв // Тез. конф. «Прикладные аспекты биотехнологии». Ташкент, 2002, с.89.
60. Абсаттаров Н.А., Джуманиязова Г.И. Микробиологические основы биовосстановления нарушенного плодородия почв Каракалпакстана // Тез. межд. конф. «Аграрная наука: достижения и перспективы». Ташкент, 2002, с. 307-308.
61. Z. En., Vasidov, V.Z. Tsipin, T.S. Tillaev, G.I. Jumaniyazova. Study of element uptake in plants from soil to assessment of toxic level of some elements // Abstr. Of the 2<sup>nd</sup> Eurasian Conference on Nuclear and its Application. Almaty, 2002, p. 393-394.
62. Jumaniyazova G.I., Yusupov B.Yu, Tadjiev A. Phosphorus mobilizing bacteria and biofertilizers on their basis // Тез. 2 Межд. Конф. «Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений». Харьков. 2003. с.27-28.
63. Jumaniyazova G.I., Ch. Achmedov, I. Jumaniyazov, D.A. Rachimov, R.K. Rachmanberdieva. Influence of new biotechnology for growing sugar-beet on its returns and sugary // Abst. of 5<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Nature Compounds. Tashkent, 2003, p. 68.
64. G.I. Jumaniyazova, T.S. Tillaev, K.S. Takhtobin. Investigation be an isotope Phosphorus-32 same characteristics on the soil. Abst. of International Symposium on the Nuclear Physics. Samarcand. 2003. p. 126.
65. G.I. Jumaniyazova. Investigations and development of biomethods, improving a phosphate status of soil and phosphoric feed of plants // Abst. of 1<sup>st</sup> Fems Congress of European Microbiologist. Slovenia, 2003, p. 35.
66. Джуманиязова Г. И., Юсупов Б.Ю., Таджиев А.Ю., Джуманиязов И. Влияние фосформобилизирующих бактерий на биологическую

- активность сероземной почвы // Тез. конф. «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии». Ташкент, 2003, с. 26.
67. Джуманиязова Г.И., Тахтобин К.С., Тиллаев Т.С. Исследование биодоступности почвенного фосфора с помощью изотопа P-32 // Тез. конф. «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии». Ташкент, 2003, с. 27.
68. И.Д. Джуманиязов, Х.К. Ахмедов, А.Ю. Таджиев, Г.И. Джуманиязова Яшил сувутлари таъсирида тупрок ва канд лавлаги таркибида микроэлементларнинг микродорий узгаришлари // The materials collection of International scientific-practical conference “Ecological problems in agriculture”. Buchara, 2003, p. 405-406.
69. Jumaniyazova G.I. New microbial biotechnology, improving ecological status of the soil and crops yield raising // Humboldt-Kolleg International Conference “Use of Geographic Information Systems and simulation for research and decision support in Central Asian River Basins”. Tashkent, 2004, p. 202-203.
70. Jumaniyazova G.I., Sagdieva M.G., Takhtobin K.S., Yadgarov Kh.T. Phosphor-mobilizing rhizobacteria – destructors of chlororganic pesticides // Abst. of International Congress “Rhizosphere 2004 – Perspectives and Challenges. Munich. Germany, 2004, p. 245.
71. Jumaniyazova G.I. Role of phosphorus-mobilizing rhizobacteria in recovery of plants and soil from phytophathogenes // Abst. of International Congress “Rhizosphere 2004 – Perspectives and Challenges. Munich. Germany, 2004, p. 270.
72. Takhtobin K.S., Tillaev T.S., Jumaniyazova G.I., Tadjiev A.Yu. The use of P<sup>32</sup> radioisotope techniques for investigations of the capacities of endemic bacteria to decompose insoluble compounds of phosphorus in soil // Abst. of the third Eurasian Conference “Nuclear Science and its Application. Tashkent, 2004, p. 243.
73. Джуманиязова Г.И. Микробные препараты из фосформобилизующих ризобактерий и их эффективность // Тез. докл. 3 Межд. Конгресса Биотехнология: состояние и перспективы развития. Москва, 2005.
74. Kim A.A., Djumaniyazova G.I., Kadirova M., Djuraeva G.T., Tillaev T.C., Tahtobin K.S., Yadgarov Kh.T. Development of radiochemical methods for study of PCB-destructive activity of phosphate solubilizing soil bacteria // Abst. of 8 th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences. 2005, Rio de Janeiro.
75. Джуманиязова Г.И., Таджиев А.Ю., Тахтобин К.С., Тиллаев Т.С. Изучение мобилизации фосфора из Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ризобактериями с использованием P-32 // Тез. III съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент. 2005 г, с. 36.
76. Черкасова Г.В., Джуманиязова Г.И., Курбанбаева А.Э., Сагдиева М.Г. Биосурфактанты ризосферных микроорганизмов // Тез. III съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент, 2005 г, с. 156.
77. Sagdieva M.G., G.V. Cherkasova, G.I. Jumaniyazova, A.E. Kurbanbaeva.

- Nitrogen fixing and phosphorus-mobilizing rhizobacteria capable to produce surface active agent // Abst. of 6 th International Symposium on the Chemistry of natural compounds (SCNC). Turkey, 2005, p.134.
78. Нарбаева Х.С., Джуманиязова Г.И. Изучение кислотообразующей способности у солеустойчивых фосформобилизующих ризобактерий // Тез. респ. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы биологии, экологии и почвоведения». Ташкент, 2006, с. 139.
79. Kim A.A., Djuraeva G.T., Dadakhanov J.A., Djumaniyazova G., Yadgarov Kh.T., Zinovev P.V., Narbaeva Kh. Search and studying of salt resisting bacteria-destructors of organo-chlorine pesticides with help of tritium labeled PCBs // Abst. of 6 International conference “Modern problems of Nuclear Physics”. Tashkent, 2006. p. 267-268.
80. Джуманиязова Г.И., Джуманиязов И, Юлдашева Х.Э., Зарипов Р.Н., Юсупов Б.Ю., Таджиев А.Ю., Закирьяева С.И., Нарбаева Х.С. Бифункциональные фосформобилизующие ризобактерии в борьбе с засолением почв // Тез. 4 Московского Межд. Конгресса: «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2007, с. 265.
81. Сагдиева М.Г., Черкасова Г.В., Джуманиязова Г.И., Курбанбаева А.Э., Гусакова С.Д., Айропетова Ж.С. Полифункциональные ПАВ микробного происхождения для сельского хозяйства // Тез. 4 Московского Межд. Конгресса: «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2007 г, с. 312.
82. Djumaniyazova G., Narbaeva Kh., Zakiryaeva S., Kim A., Djuraeva D., Yadgarov Kh. Polyfunctional phosphorus mobilizing rhizobacteria for soil bioremediation // Abst. of International Conference «Rhizosphere 2», Montpellier. 2007. P.945.
83. Kim A.A., Djuraeva G.T., Djumaniyazova G.I., Narbaeva Kh., Zakiryaeva S.I., Yadgarov Kh.T. Investigation of PCB-destructive activity of polyfunctional phosphor mobilizing rhizobacteria with use of tritium labeled PCBs // Abst. of 12 International Conference on Modern Trends in Activation Analysis. Tokyo, 2007, p. 116.
84. Djumaniyazova G.I., Ruzmetov R.S., Narbaeva Kh.S., Zakiryaeva S.I. Microbial biotechnologies for recovering of fertility of salted soil of Aral sea region // Тез. докл. IV съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент, 2008 г. с. 221.
85. Бережнова В.В., Джуманиязова Г.И., Икрамова С., Караходжаева Х. Фосформобилизующие ризобактерии огурца – залог экологически чистого урожая // Тез. докл. IV съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент, 2008г, с.130.
86. Джуманиязова Г.И., Нарбаева Х.С., Ким А.А., Закирьяева С.И., Таджиев А.Ю., Зарипов Р.Н. Полифункциональные фосформобилизующие ризобактерии для биоремедиации и биовосстановления засоленных почв // Тез. докл. 5 Московского Межд. Конгресса: «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2009, с. 147.

87. Джуманиязова Г.И., Нарбаева Х.С., Юлдашева Х.Э., Закирьяева С.И., Бабина А., Зарипов Р.Н. Влияние полифункциональных ризобактерий на микрофлору засоленных почв и развитие хлопчатника // Проблемы современной микробиологии и биотехнологии», посв. памяти акад. А.Г. Халмурадова. Ташкент, 2009. с. 79.
88. Джуманиязова Г.И. Биотехнологическое земледелие – верный путь устойчивого сельского хозяйства // Мат. Респ. научной конф. Проблемы современной микробиологии и биотехнологии, посвященной памяти акад. А.Г. Халмурадова. Ташкент, 2009, с. 80.
89. Бережнова В.В., Джуманиязова Г.И., Зарипов Р.Н., Икрамова С., Караходжаева Х., Джуманиязов И. Влияние фосформобилизующих бактерий и зеленых микроводорослей на содержание подвижных фосфатов почв и продуктивность картофеля // Мат. Респ. научной конф. «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии», посвященной памяти акад. А.Г. Халмурадова. Ташкент, 2009, с. 75.
90. Джуманиязова Г.И., Нарбаева Х.С., Закирьяева С.И., Бабина А.Е. Влияние бактериального биопрепарата комплексного действия на снижение содержания токсичных солей в засоленных почвах // Тез. докл. 6 Московского Межд. Конгресса: «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2011, с. 240.
91. Джуманиязова Г.И., Нарбаева Х.С., Бабина А.Е., Закирьяева С.И., Зарипов Р.Н., Безбородов Г.А., Шадманов Д.К., Широкова Ю.И. Новая микробная биотехнология повышения плодородия засоленных почв и урожайности хлопчатника // В сб. тез. Респ. Научно-практ. Конф. Актуальные проблемы эффективного использования и охраны земельных ресурсов ТИМИ. Ташкент, 2011г. С. 106-107.
92. Джуманиязова Г.И., Закирьяева С.И. Физиологическая активность иммобилизованных клеток ризобактерий р. *Bacillus* // Тез. докл. 6 Московского Межд. Конгресса: «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2011, с. 242.
93. Djumaniyazova G.I., Narbaeva Kh.S., Zaripov R.N., Kim A.A. The bioremediation of soils, polluted by chlororganic pesticides // Abst. of 11<sup>th</sup> Internat. HCN & Pesticides Forum. Gabala, 2011. p.51.

#### **Патенты:**

94. Патент РУз № IDP 04343. Биоугит / Джуманиязов И., Джуманиязова Г.И., Егжимов С.С., Юсупов Б.Ю., Кулбеков М.Т., Искандаров Ш.Э. // Ташкент, 2000.
95. Патент UZ № IAP 02787. Штамм фосформобилизующих бактерий *Bacillus polytuxa* BP-700 для приготовления биоудобрений / Джуманиязова Г.И., Джуманиязов И., Давранов К.Д., Зарипов Р.Н. // Ташкент, 2005.
96. Патент UZ № IAP 02788. Штамм фосформобилизующих бактерий *Bacillus megaterium* BM-1 для приготовления биоудобрений / Джуманиязова Г.И., Давранов К.Д., Юсупов Р.Н. // Ташкент, 2005.

97. Патентная заявка № IAP 20100617. Фосформобилизующий штамм бактерий *Bacillus subtilis BS-26* с полифункциональными свойствами для использования в растениеводстве / Джуманиязова Г.И., Закирьяева С.И., Нарбаева Х.С., Зарипов Р.Н., Бережнова В.В., Караходжаева Х.Т., Икрамова С.Н., Ким А.А., Ядгаров Х.Т. // Ташкент, 2010 г.
98. Патентная заявка № IAP 20100618. Ассоциация зеленых микроводорослей рода *Scenedesmus* для использования в растениеводстве / Джуманиязов И., Юлдашева Х.Э., Джуманиязова Г.И., Якубов Х.Ф., Зарипов Р.Н., Бережнова В.В., Юсупов Х. // Ташкент, 2010 г.

Биология фанлари доктори илмий даражасига талабгор  
Джуманиязова Гульнара Исмаиловна  
00.03.07 – Микробиология ва 03.00.23-Биотехнология  
ихтисослиги бўйича «Фосформобилизацияловчи бактериялар ва улар  
асосида биоўғитлар тайёрлаш» мавзусидаги диссертациясининг

### РЕЗЮМЕСИ

**Таянч сўзлар:** Фосформобилизацияловчи бактериялар, кальций уч фосфат, фитин,  $^{32}\text{P}$  изотопи, биосурфактантлар, бактерияларнинг антагонистик, ўсимликларнинг бўйини ўстириш, илдиз ривожланиш хусусиятлари, янги биоўғитларни яратиш ва жорий қилиш биотехнологияси, янги биоагротехнология, тупроқ микроорганизмлари, биокимёвий ва агрокимёвий хоссалар, тупроқ унумдорлиги, қишлоқ хўжалик экинларини ҳосилдорлиги ва сифати, иқтисодий самарадорлик.

**Тадқиқот объектлари:** Фосформобилизацияловчи тупроқ ва ризосфера бактериялари, хар-хил типдаги тупроқлар (типик ва оч тусли бўз, ўтлоқи бўз, ўтлоқи аллювиал ва тақирли), қишлоқ хўжалик экинлари (ғўза навлари С-6524, Ок-Дарья, Ан Баяут 2, Бухоро 6), канд лавлаги (Рамонская нави), бодринг (Навруз нави), картошка (Диёра ва Санте навлари), Fosstim бактериал ўғитлар - Fosstim-1 ва Fosstim-3, Биокон биокомпости, Serhosil биопрепарати.

**Ишнинг мақсади:** Фосформобилизацияловчи бактерияларни излаб топиш, ажратиш, хусусиятларини ўрганиш ва улар асосида янги экологик хавсиз ва иқтисодий жихатдан самарали биоўғитлар тайёрлаш.

**Тадқиқот методлари:** Микробиологик, биокимёвий, радиокимёвий, ( $^{32}\text{P}$ ), нейтронн-активацион, фотоколориметрик, хроматографик, агрокимёвий, фенологик, биометрик.

**Олинган натижалар ва уларнинг янгиллиги:** Биринчи марта фосфорпарчаловчи бактериялар техник (ғўза, канд лавлаги) ва сабзаёт (бодринг ва картошка) экинлари ризосферасидан ва ўтлоқи буз тупроқлардан ажратиб олинди. Натижада  $^{32}\text{P}$  изотопи ёрдамида фосфорпарчаловчи бактерияларни энг юқори фаолликка эга бўлган 4та штамлари ажратилди, шунингдек, тупроқдаги органик фосфатларни минераллашуви ва кальций уч фосфатни эриши, ҳамда уларни қайси тур ва оилага мансуб эканлиги

аниқланди – *Bacillaceae* оиласи, *Bacillus* авлоди, *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26 турлари (патентлар № IAP 02787 ва № IAP 02788, 2005г.; патент далолатномаси № IAP 20100617, 2010 г.).

Фаол штаммлар илдизга колонизация бўлиш, илдиз ҳосил қилиш ва ўсимликларнинг бўйини ўстириш, антагонистик, ҳамда фунгицидлик хоссаларга ва ўсимликнинг бўйига ўсишига таъсир этувчи янги физиологик хусусиятлардан липид табиатли биосурфактантларни синтез қилувчи қобилянтлари намоён бўлди. *B. subtilis* BS-26 бактериал биомассасида 4та ёғли – пальмитин, миристин, каприн ва стеарин кислоталар борлиги аниқланди. Чигитларни *B. subtilis* BS-26 штаммида бактериализация қилганда, ғўза майсасининг қуруқ массасида ёғли кислоталар миқдори 1,5-2 мартага ошганлиги намоён бўлди. Фосфорпарчаловчи бактерияларнинг 3та штаммларидан ташкил топган ассоциацияси асосида – *B. megaterium* BM-1, *B. polymyxa* BP-700 ва *B. subtilis* BS-26 техник культуралар (ғўза, қанд лавлаги) учун янги бактериал ўғит Fosstim-1 яратилди. Сабзавот экинлари (картошка, бодринг) учун Fosstim-3 бактериал ўғити яратилди, унинг асосини *B. subtilis* BS-26 штамми ташкил қилади.

Биринчи марта биокомпост тайёрлашда ўсимлик қолдиқларини биоконверсия усули билан янги фосфорпарчаловчи бактерия штаммлари *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. subtilis* BS-26 ва *B. polymyxa* BP-700 ишлатилган. Интродукцияланган штаммлар компостирлаш давомида микроблар уюшмасига ва микробиологик жараёнларни кузланган мақсадга йўналтиришга, ҳамда биоконверсия муддатини қисқартиришга ва тайёр биокомпостни сифатини яхшилаш томонга олиб келди (патент IDP № 04343, 2000). Комплекс таъсир қилувчи янги биоўғитлар механизмини ўрганишда, ҳамда тупроқ – микроорганизм – ўсимлик ўзаро муносабат тартибида тупроқдаги микробиологик жараёнлар интродукция қилинган ва тупроқ микроорганизмларининг миқдорини ошириш ва тупроқ эритмаларининг ишқорий реакциясини пасайиши ҳисобига ўсимликни аммоний азотли озикланишини яхшилаш томонга олиб келди. Аммоний ионлари тупроқдаги фосфат ионларини тўртиб олади ва фосфорни ўсимлик томонидан узлаштиришига ва нитратларни сабзавотларда камайишига ёрдам беради.

**Амалий аҳамияти:** Бактериал ўғитларни ишлаб чиқариш учун янги иқтисодий жиҳатдан самарали янги озуқа муҳитлари, лаборатория регламенти ва техник шароитлар яратилди, ҳамда фаол штаммлар учун патентлар олинди. Fosstim сериясидаги бактериал ўғитлар ва Биокон биокомпости олиш ва қўллаш биотехнологияси яратилди. Fosstim сериясидаги бактериал ўғитлари ўрганилган хар-ҳил ўғит фонларида к/х ўсимликларнинг вегетацияси давомида тупроқдаги фойдали микроблар уюшмасига, биокимёвий жараёнларга, ҳамда агрокимёвий таркибига ижобий таъсири аниқланди. Бактериал ўғитлар таъсирида тупроқдаги ҳаракатчанг фосфор, азот ва калий бирикмаларининг таркиби ошганлиги аниқ намоён бўлди. Бактериал ўғитларни органик (гўнг, биокомпост) ва 50 % миқдорда

минерал ўғитлар билан биргаликда қўлла-ганда энг яхши таъсири қайд қилинди. Биринчи марта усимликлар филос-ферасига ишлов бериш учун Serhosil биопрепаратидаги Scenedesmus авлодига мансуб 3 турдан иборат ассоциацияни устириш учун янги органик-минерал изука яратилди (патент далолатномаси № IAP 20100618, 2010 г.).

Экологик чидамли ва ресурсларга бўлган эҳтиёжларнинг камайиши, ҳамда уларнинг баланслилигини оширишга йўналтирилган такомиллаштирилган деҳқончилик комплекс системаси ишлаб чиқилди. Биринчи марта агробиологик деҳқончилик системасининг илмий-асослари яратилди ва қишлоқ хўжалигига амалий тавсиялар, биоўғитларнинг нормалари ва қўллаш вақтлари ишлаб чиқилди.

**Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги:** Янги биоагротехнология пахтачиликда Тошкент, Бухоро, Джизак, Андижон ва Қашқадарё вилоятларида ғўза экиладиган 17 га ер майдонларида қўлланилди. Пахтадан 3,1-4,2-5,9-7,2-10 ц/га қўшимча ҳосил олинди ва толанинг сифати яхшиланди. Сабзавот экинларида Тошкент ва Самарканд вилоятларида янги биоагротехнология қўлланилиб, бодридан 3,1 т/га, картошкадан 3,4-5,9 т/га қўшимча ҳосил олинди, тупрокнинг унумдорлиги ва сабзавотларнинг сифати ошди. Қишлоқ хўжалигида янги биоагротехнологияни қўлланилишида асосан янги биоўғитларни 3 та туридан қўлланилди (бактериал ўғит Fosstim-1 ва Fosstim-3, Serhosil биопрепарати ва Биокот биокомпости). Бу нафақат қишлоқ хўжалиги экинларига иқтисодий самара бериб қолмасдан, балки экологик қиймати, социал самараси ва ер ресурсларига ҳам фойда келтиради.

**Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси:** Микробиология, биотехнология, қишлоқ хўжалиги, экология.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Джуманиязовой Гульнары Исмаиловны на тему:  
«Фосформобилизующие бактерии и биоудобрения на их основе»  
на соискание ученой степени доктора биологических наук  
по специальности 00.03.07 – Микробиология и 03.00.23-Биотехнология

**Ключевые слова:** Фосформобилизующие бактерии *p.Bacillus*, трикальцийфосфат, фитин, изотоп <sup>32</sup>P, биосурфактанты, антагонистическая, ростстимулирующая, корнеобразующая активность бактерий, бактериальные удобрения серии Fosstim, биокомпост Биокот, биопрепарат Serhosil, биотехнология получения и применения новых биоудобрений, новая биоагротехнология, почвенное микробное сообщество, биохимические и агрохимические свойства, плодородие почв, продуктивность технических и овощных культур, экономическая эффективность.

**Объекты исследования:** Фосформобилизующие почвенные и ризосферные бактерии рода *Bacillus*, различные типы почв республики (типичные и светло-сероземные, сероземно-луговые, лугово-аллювиальные и такырные, сельскохозяйственные культуры (хлопчатник сортов С-6524, Ак-Дарья, Ан Баяут 2, Бухара 6), сахарная свекла (сорта Рамонская), огурцы (сорта Навруз), картофель (сортов Диёра и Санте), бактериальные удобрения

серии Fosstim - марок Fosstim-1 и Fosstim-3, биокомпост Biokom, биопрепарат Serhosil.

**Цель работы:** Поиск, выделение, скрининг и изучение свойств фосформобилизующих бактерий и разработка новых экологически безопасных и экономически эффективных видов биоудобрений на их основе.

**Методы исследования:** Микробиологические, биохимические, изотопные ( $^{32}\text{P}$ ), нейтронно-активационные, фотоколориметрические, хроматографические, агрохимические, фенологические, биометрические.

**Полученные результаты и их новизна:** Впервые из ризосферы технических (хлопчатник, сахарная свекла), овощных культур (огурцы и картофель) и сероземной почвы выделены, и в результате скрининга с помощью  $^{32}\text{P}$  отобраны 4 высокоактивных и технологичных штамма фосформобилизующих бактерий, способных минерализовать почвенные органофосфаты и растворять трикальцийфосфат, определена их видовая принадлежность - сем. *Bacillaceae*, род *Bacillus*, виды - *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26 26 (патенты № IAP 02787 и № IAP 02788, 2005г.; патентная заявка № IAP 20100617, 2010 г.).

Впервые выявлена высокая колонизирующая, корнеобразующая, антагонистическая, ростстимулирующая способность активных штаммов и новые физиологические особенности фунгицидного и ростстимулирующего действия бактерий на растения – синтез биосурфактантов липидной природы. В бактериальной биомассе *B. subtilis* BS-26 выявлено наличие 4х жирных кислот – пальмитиновой, миристиновой, каприновой и стеариновой. Выявлено повышение в 1,5-2 раза содержания жирных кислот в сухой массе проростков хлопчатника, выросших из бактеризованных *B. subtilis* BS-26 семян. Впервые на основе ассоциации из 3х штаммов фосформобилизующих бактерий - *B. megaterium* BM-1, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26 создано новое бактериальное удобрение Fosstim-1 для технических культур (хлопчатник, сахарная свекла). Штамм *B. subtilis* BS-26 отобран в качестве основы нового бактериального удобрения Fosstim-3 для овощных культур (картофель, огурцы).

Впервые для приготовления биокомпоста методом биоконверсии растительных остатков использованы новые штаммы фосформобилизующих бактерий *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. subtilis* BS-26 и *B. polymyxa* BP-700, интродукция которых оказала стимулирующее влияние на численность микробного сообщества и направленность микробиологических процессов в динамике в течение компостирования, что привело к сокращению сроков биоконверсии и улучшению качества готового биокомпоста (патент IDP № 04343, 2000). Изучение механизма комплексного действия новых биоудобрений, и взаимоотношений в системе почва – микроорганизмы – растение выявило направленность микробиологических процессов в ризосферной почве в сторону улучшения аммонийного азотного и фосфорного питания растений за счет повышение численности интродуцированных фосформобилизующих

бактерий и почвенных микроорганизмов и снижения щелочной реакции почвенного раствора. Ионы аммония активно увлекая за собой фосфатные ионы (по сравнению с нитратным питанием), способствуют лучшему усвоению фосфатов и меньшему накоплению нитратов в овощной продукции.

**Практическая значимость:** Впервые разработаны новые экономически эффективные питательные среды для производства бактериальных удобрений, лабораторный регламент и технические условия, получены патенты на активные штаммы. Разработана биотехнология получения и применения новых бактериальных удобрений серии Fosstim и биокомпоста Biokom. Установлено положительное влияние бактериальных удобрений серии Fosstim на полезное почвенное микробное сообщество изученных с/х культур, биохимические процессы в почве, а также агрохимический состав почв в динамике на протяжении вегетации культур на разных фонах удобрений. Выявлено достоверное влияние бактериальных удобрений на увеличение содержания подвижных соединений фосфора, азота и калия в ризосферной почве. Лучший эффект отмечен при сочетании бактериальных удобрений с органическими (навоз, биокомпост) и с 50% дозой минеральных удобрений. Впервые разработана новая органо-минеральная питательная среда для культивирования ассоциации из 3-х видов микроводорослей р. *Scenedesmus* (*S. obliquus*, *S. acuminatus* и *S. quadricanda*), являющихся действующим началом биопрепарата Serhosil для обработки филосферы растений (патентная заявка № IAP 20100618, 2010 г.).

Разработан комплекс приемов по совершенствованию систем земледелия в направлении повышения их сбалансированности, экологической устойчивости и снижения потребности в ресурсах. Впервые разработаны научно-обоснованные элементы агробиологической системы земледелия и практические рекомендации производству, нормы и сроки внесения биоудобрений.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** Новая биоагротехнология испытана и внедрена: на хлопчатнике в Ташкентской, Бухарской, Джизакской, Андижанской и Кашкадарьинской областях на площади 17 га, дополнительный урожай хлопка-сырца составил 3,1-4,2-5,9-7,2-10 ц/га с улучшением качества волокна. На овощных культурах новая биоагротехнология внедрена в Ташкентской и Самаркандской области на площади в 10 га. Дополнительный урожай огурцов составил 3,1 т/га, картофеля – 3,4-5,9 т/га с повышением плодородия почв и качества овощных культур. Применение новой биоагротехнологии в сельском хозяйстве, основанной на использовании 3-х видов биоудобрений (бактериальных удобрений Fosstim-1 и Fosstim-3, биопрепарата Serhosil и биокомпоста Biokom) на изученных сельскохозяйственных культурах дает не только ощутимый экономический, но также и весомый экологический, ресурсосберегающий и социальный эффекты.

**Область применения:** Микробиология, биотехнология, сельское хозяйство, экология.

## RESUME

Thesis of Gulnara Ismailovna Djumaniyazova on the scientific degree competition of the doctor of sciences in biology specialties 03.00.07 – Microbiology and 03.00.23 – Biotechnology, subject:  
“Phosphorus mobilizing bacteria and biofertilizers on their basis”

**Key words:** Phosphorus mobilizing bacteria of genus *Bacillus*, tribasic calcium phosphate, phytin, isotope  $^{32}\text{P}$ , biosurfactants, antagonistic, growth promoting, root forming activity of bacteria, Fosstim bacterial fertilizers, biocompost Biokom, biopreparation Serhosil, biotechnology of production and application of new biofertilizers, new bioagrotechnology, soil fertility, productivity of technical and vegetable cultures, economical efficiency.

**Subject of the research:** Phosphorus mobilizing soil and rhizospheric bacteria of genus *Bacillus*, different types of soils of the Republic (typical and light-sierozem, sierozem-meadow, meadow-alluvial and takyr), crops (cotton varieties C-6524, Ak-Darya, An-Bayaut 2, Bukhara 6; sugar beet variety Ramonskaya; cucumber variety Navruz; potato varieties Diyora and Sante), bacterial fertilizers series Fosstim - type Fosstim-1 and Fosstim-3, biocompost Biokom, biopreparation Serhosil.

**Purpose of work:** Search, isolation, screening and study of properties phosphorus mobilizing bacteria and development on their use of new ecologically safe and economically efficient types of biofertilizers.

**Methods of the research:** microbiological, biochemical, isotope ( $^{32}\text{P}$ ), neutron-activating, photo colorimetric, chromatographic, agrochemical, phenological, biometrical.

**The results achieved and their novelty:** For the first time phosphorus mobilizing bacteria capable to mineralize soil organophosphates and to dissolve tribasic calcium phosphate were isolated from rhizosphere of technical (cotton and sugar beet) and vegetable (cucumber and potato) crops and sierozem soil, and as result of conducted screening with help of  $^{32}\text{P}$  4 highly active and technological strains were selected. These strains were identified as belonging to family *Bacillaceae*, genus *Bacillus*, and species *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26 (patents № IAP 02787 and № IAP 02788, 2005; patent application № IAP 20100617, 2010).

For the first time the high colonizing, root forming, antagonistic, growth promoting ability of active strains and new physiological peculiarities of fungicide and growth promoting action of bacteria on plants (synthesis of biosurfactants of lipid nature) were determined. Presence of 4 fatty acids (palmitic, myristic, capric and stearic) in biomass of *B. subtilis* BS-26 was determined. Increase in 1,5-2 times of fatty acids content in dry mass of cotton seedlings cultivated from cotton seeds inoculated with *B. subtilis* BS-26 was established.

For the first time the new bacterial fertilizer Fosstim-1 for application on technical crops (cotton and sugar beet) was elaborated on basis of 3 strains of phosphorus mobilizing bacteria (*B. megaterium* BM-1, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26). Strain *B. subtilis* BS-26 was selected as ground for new bacterial fertilizer Fosstim-3 for vegetables (cucumber and potato).

For the first time the new strains of phosphorus mobilizing bacteria *B. megaterium* BM-1, *B. megaterium* var. *phosphaticum* BMVP-11, *B. polymyxa* BP-700, *B. subtilis* BS-26 were used for preparation of biocompost by method of bioconversion of plant residues. Their introduction expressed stimulating influence on number of microbial community and on direction of microbial processes in dynamics during composting period, which led to reduction of time of bioconversion and to improvement of quality of ready biocompost (patent № IDP 04343, 2000).

Study of mechanism of complex action of the new biofertilizers and interrelations in system soil-microorganisms-plant revealed orientation of microbiological processes in rhizospheric soil towards improvement of ammonium nitrogen and phosphorus nutrition of plants on account of increase of number of introduced phosphorus mobilizing bacteria and soil microorganisms and decrease of alkali reaction of soil solution. Ions of ammonia actively carrying along phosphate ions (compared to nitrate nutrition) promote to better digestion of phosphates and lesser accumulation of nitrates in vegetables.

**Practical value:** For the first time the new economically effective nutrient media for production of bacterial fertilizers and the laboratory regulations and technical conditions were elaborated, the new active strains were patented. The biotechnology of production and application of new bacterial Fosstim fertilizers and biocompost Biokom was developed.

The positive influence of bacterial Fosstim fertilizers on useful soil microbial community of studied crops, on biochemical processes in soil, and on agrochemical composition of soil in dynamics during crops vegetation on different background of fertilizers was established. Reliable influence of bacterial fertilizers on increased content of mobile compounds of phosphorus, nitrogen and potassium in rhizospheric soil was established. The best effect was recorded at composition of bacterial fertilizers with organic (manure, biocompost) and 50% of dose of mineral fertilizers. For the first time the new organic and mineral nutrient medium was developed for cultivation of association of 3 species of microalgae (*Scenedesmus obliquus*, *S. acuminatus* and *S. quadricanda*), which serve as acting origin for biopreparation Serhosil for treatment of plant's phylosphere (Patent application № IAP 20100618, 2010).

Complex of methods on improvement of agricultural system in direction of increase of its balance, ecologic sustainability and decrease in resource demand was developed. For the first time the scientifically based elements of agro biological system of agriculture and practical recommendations for production, norms and terms of biofertilizers application were elaborated.

**Degree of embed and economic efficiency:** The new biogrotechnology was tested and embed on cotton in Tashkent, Bukhara, Jizzak, Andijan and

Kashkadarya regions on square 17 hectares, the cotton-fiber yield surplus was 3.1-4.2-5.9-7.2-10 centner per hectare with improved quality of fiber. On vegetables the new bioagrotechnology was embed in Tashkent and Samarkand regions on square 10 hectares. Additional yield of cucumbers was 3.1 tons per hectare and of potato – 3.4-5.9 tons per hectare, with increased soil fertility and quality of vegetables. Application of new bioagrotechnology in agriculture based on use of 3 types of biofertilizers (bacterial fertilizers Fosstim-1 and Fosstim-3, biopreparation Serhosil and biocompost Biokom) on studied crops provides with not only considerable economic but also weighty ecological, resource saving and social effects,

**Field of application:** microbiology, biotechnology, agriculture, ecology.

Соискатель: \_\_\_\_\_

### ***Благодарности***

*Выражаю глубокую признательность и огромную благодарность моему научному консультанту, академику Тахир Фатиховичу Арипову за постоянное внимание, ценные консультации и помощь в работе, обсуждении направлений исследований и полученных результатов; сотрудникам Института Ядерной Физики АН РУз - к.б.н. Тиллаеву Т.С., м.н.с. Тахтобину К. за помощь в проведении исследований с использованием изотопных ( $^{32}P$ ) и нейтронно-активационных методов, к.б.н. Ким А.А. и к.б.н. Зиновьеву П. за помощь в проведении исследований с использованием изотопных (меченый тритий) и хроматографических методов при исследовании жирных кислот бактерий, растений и способности фосформобилизующих бактерий к деструкции пестицидов; сотрудникам УзНИИ Хлопководства МСuВХ - д.т.н. Безбородову Г.А. и д.с/х.н. Тешаеву Ш.Ж. за помощь в проведении совместных исследований, полевых испытаний и внедрении новой биоагротехнологии на хлопчатнике; сотрудникам УзНИИ овоще-бахчевых культур и картофеля МСuВХ - д.б.н. Бережновой В.В. и Хакимову Р.А. за помощь в проведении совместных научных исследований, полевых испытаний и внедрении новой биоагротехнологии на овощных культурах; сотрудникам САНИИРИ МСuВХ - к.б.н. Широковой Ю.И. и м.н.с. Шарафутдиновой Н. за помощь в проведении агрохимических анализов почв; сотрудникам лаборатории почвенной микробиологии Института микробиологии АН РУз - д.с/х.н., проф. Джуманиязову И.Д. за постоянное внимание и консультации в проведении исследований, м.н.с. Зарипову Р.Н. за наработку биоудобрений и помощь в проведении полевых испытаний и внедрений, а также выражаю особую благодарность моим ученикам – к.б.н. Юсупову Б.Ю., к.б.н. Таджиеву А.Ю., м.н.с. Закирьяевой С.И., м.н.с. Нарбаевой Х.С., аспиранту*

*Бабиной А.Е. за постоянную помощь при выполнении исследований и оформлении результатов.*