



СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ- ОСНОВА ИННОВАЦИОННЫХ ПРИРОДОХРАННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ

**Генеральный директор ГНПО «Химический синтез и
биотехнологии»-директор Института микробиологии
НАН Беларуси, чл.-корр. Э.И. КОЛОМИЕЦ**

ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ НАН БЕЛАРУСИ - ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ В СФЕРЕ МИКРОБИОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ:

- ❖ Успешно сочетает фундаментальные исследования с прикладными разработками, обеспечивает внедрение их в производство, осуществляет выпуск инновационной продукции, конкурируя на рынке с зарубежными фирмами**
- ❖ Выступает головной организацией-исполнителем государственных программ различного уровня в сфере биотехнологии**

**Координирует
деятельность
ГНПО
«Химический
синтез и
биотехнологии»**

**Осуществляет
мониторинг
развития
биотехнологической
отрасли
Республики
Беларусь**

**Выступает
соучредителем от
Республики
Беларусь
Евразийской
технологической
платформы
«ЕвразияБио»**

**Представляет
Беларусь в
Восточнопале-
арктической
секции
Международной
организации по
защите растений**

Для обеспечения научно-инновационной деятельности сформирована соответствующая инфраструктура Института:

- **Белорусская коллекция непатогенных микроорганизмов (более 2800 штаммов)**, включена Государственный реестр научных объектов, составляющих национальное достояние Республики Беларусь, зарегистрирована во Всемирной федерации коллекций культур (организована в 1975 г., коллекционный фонд включал 125 штаммов)

- **Участок малотоннажных биотехнологий** по отработке новых биотехнологий и наработке опытных партий биопрепаратов различного назначения

- **Центр аналитических и генно-инженерных исследований** - редактирование геномов и конструирование микроорганизмов-продуцентов биологически активных веществ, определение структуры и физико-химических свойств микробных метаболитов

- **Опытно-промышленное производство ферментов** для химико-ферментативного синтеза лекарственных субстанций и получения новейших диагностикумов



В 2020 г. введен в эксплуатацию НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР БИОТЕХНОЛОГИЙ



ПРОЕКТНАЯ МОЩНОСТЬ
по выпуску сухих форм
пробиотических
препаратов для
кормопроизводства и
жидких комплексных
микробных препаратов для
растениеводства **20,5 и**
43,5 т/год соответственно

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ
от производства и примене-
ния пробиотических
препаратов - около
4 млн долл. США в год

КЛЮЧЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА – РАЗРАБОТКА ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОВОДСТВА

АКТУАЛЬНОСТЬ: Широкое применение антибиотиков, химических препаратов и дезинфектантов для борьбы с распространением возбудителей болезней животных, птицы, рыб, приводит к накоплению агрохимикатов в окружающей среде и продуктах питания, появлению устойчивых к химическому воздействию патогенных штаммов бактерий, нарушению биоценотического равновесия в популяциях микроорганизмов. Важнейшим элементом перехода к получению экологически чистой сельскохозяйственной продукции является применение в качестве альтернативы антибиотикам пробиотических препаратов

Английские исследователи **Т.П. Лайонс и Р.Дж. Фэллон** назвали наше время **«наступающей эпохой пробиотиков»:**

- В XXI в. пробиотики в значительной степени потеснят на рынке традиционные и небезопасные для организма препараты, особенно те из них, которые применяются с профилактической целью;
- Пробиотики могут рассматриваться как **реальная альтернатива антибиотикам кормового и ветеринарного назначения**

В 2020 г. мировой рынок пробиотиков составил около 50 млрд \$ США,

к 2027 г. прогнозируется его увеличение до 80 млрд \$ с ежегодным приростом 6,8 %

Фармацевтические препараты, 10 %



Пищевые и кормовые добавки, 40 %

Продукты функционального питания, 50 %

Преимущества пробиотиков:

- биологическая безвредность
- способность усиливать защитную функцию организма, стимулировать его иммунную реактивность, нормализовать пищеварение, не вызывая при этом формирования устойчивости у патогенных микробов

Ведущие производители пробиотических препаратов:
Biomin GmbH , AG«Biochem GmbH» (Германия), Alltech (США, Великобритания), AGRANCO CORP (США), Chr. Hansen (Дания), ряд российских компаний

КРИТЕРИИ ОТБОРА МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ГРУППУ ПРОБИОТИКОВ

Высокая антагонистическая активность к широкому спектру патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

Выживание при пассивировании через желудочно-кишечный тракт (резистентность к кислоте и желчи)

Стабилизация кишечной нормофлоры

Резистентность к антибиотикам

Отсутствие плазмид

Безопасность для макроорганизма

Технологичность (способность утилизировать дешевые и недефицитные источники питания, высокая скорость роста)

Стабильность при хранении



БАКТЕРИИ-АНТАГОНИСТЫ РОДА *BACILLUS* – ОСНОВА НОВЫХ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ



Продукция комплекса ферментов – протеиназы, целлюлазы, ксиланазы, амилазы, пектиназы, липазы



Противоаллергенное и антитоксическое действие



Иммуностимулирующее действие на организм животных и человека, что обусловлено их способностью активизировать системы неспецифической резистентности макроорганизма



Самостоятельная элиминация из желудочно-кишечного тракта



Безопасность для макроорганизма. Управлением по контролю за качеством продовольственных и лекарственных средств США присвоен им статус GRAS – безопасные организмы

Отделом биотехнологий средств биологического контроля
в период 2011-2020 гг. на основе **спорообразующих бактерий**
рода *BACILLUS* разработано и коммерциализировано

11 оригинальных технологий

получения пробиотиков ветеринарного и кормового назначения
с антимикробной, ферментативной, иммуностимулирующей,
антиоксидантной активностями:

Ветеринарные пробиотические препараты

для профилактики и лечения желудочно-кишечных
заболеваний, нормализации микробиоценоза ЖКТ, гнойно-
некротических поражений кожных покровов, повышения
продуктивности и иммунобиологического статуса организма
сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы

**Бацинил, Бацинил-К, Ветоспорин, Эмилин,
Бакто-хелс, Биовир**

Добавки кормовые пробиотические

**Споровакт®, Споробакт-К, Бацикорн,
Биодегистин** для повышения биологической доступности
кормов, коррекции микробиоценоза желудочно-кишечного
тракта свиней, молодняка КРС, оптимизации рубцового
пищеварения высокопродуктивных дойных коров

Проксиферон для профилактики и лечения
иммунодефицитных состояний и инфекционных заболеваний
птицы в промышленном птицеводстве

**Всего по
разработкам
Института
за 2016-2021 гг.
произведено и
реализовано
свыше 17 т
жидких и
44 т сухих
пробиотических
препаратов на
сумму
230 тыс. \$ США.
Экономический
эффект от их
применения
составил более
15 млн \$ США**



Комплексный биопрепарат **БИОВИР**

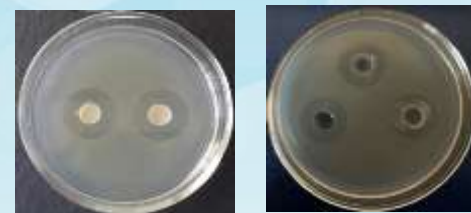
для обеззараживания и
очистки воды в водоемах
и рыбоводных прудах от
органических и мине-
ральных загрязнений,
профилактики бакте-
риальных болезней рыб

работающий по принципу

ПЯТЬ в ОДНОМ

на основе 5 штаммов
бактерий *Bacillus subtilis*,
Pseudomonas aurantiaca,
Rhodococcus ruber
с антагонистической,
целлюлолитической,
фосфатмобилизующей и
азотфиксирующей
активностями

1 Подавляет развитие патогенной микрофлоры и
обеспечивает восстановление аквабиоценозов



2 Снижает содержание нитратного и аммонийного
азота в 2 раза, осуществляет солюбилизацию
минерального фосфора



3 Снижает численность сине-зеленых водорослей
в 5-7 раз, фито-
планктона в 3 раза



4 Обеспечивает деструкцию органического
вещества (по БПК 5) в 1,5 раза активнее по
сравнению с контролем



5 Увеличивает продуктивность
аквакультуры на 7-10 %



Эмилин — для профилактики и лечения бактериальных болезней рыб семейства карповых



Действующее начало препарата — клетки, споры, продукты метаболизма **двух штаммов бактерий** *Bacillus amyloliquefaciens* с антимикробной и ферментативной активностями. Штаммы выделены из рубца жвачных животных и подстилки птичника.

Эффективность действия Эмилина



- снижает уровень контаминации внутренних органов рыб патогенной, условно-патогенной микрофлорой с **80-100 % до следовых количеств**;
- повышает естественную (неспецифическую) резистентность организма карпа;
- выход рыбы из зимовки составляет **97 %**, масса рыбы увеличивается **на 10 %**



Бакто-Хелс – для профилактики и лечения бактериальных болезней ценных видов рыб

Действующее начало препарата – клетки, споры, продукты метаболизма бактерий *Bacillus amiloliquefaciens*, штамм выделен из речного ила

Эффективность действия Бакто-хелса

- Положительно влияет на уровень естественной (неспецифической) резистентности;
- повышает естественную (неспецифическую) резистентность организма осетровых и лососевых рыб;
- увеличивает бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) – на **32,2%** и **69,4%**; фагоцитарную активность лейкоцитов (ФА) – на **30,9%** и **48,9%**; фагоцитарный индекс (ФИ) – на **109%** и **83,8%** соответственно; фагоцитарное число (ФЧ) – **в 1,7** раза



ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СПОСОБСТВУЕТ:

сокращению
сроков лечения
сельско-
хозяйственных
животных и
рыб на **45-50 %**

повышению
привесов на
6-10 %;
выходу рыбы из
зимовки
(до 97%)

снижению затрат
корма на 1 кг
прироста на **12-18%;**
активизации
неспецифической
защиты организма

улучшению
качества
животновод-
ческой и
рыбоводческой
продукции

Разработанные препараты пробиотического действия зарегистрированы в Республике Беларусь, внесены в реестр ветеринарных препаратов и кормовых добавок, разрешенных к использованию на территории Таможенного союза

Большую угрозу для продовольственной безопасности любой страны представляют болезни сельскохозяйственных культур

- По данным ФАО, ежегодное снижение урожая сельскохозяйственных культур от болезней достигает **20-40%**
- Потери, связанные с заболеваниями и снижением качества сельскохозяйственной продукции в процессе хранения, составляют **30–40 %**
- Экономические потери от болезней растений превышают **220 млрд долл. США** в год

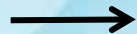


Согласно данным мировых экспертов, основными причинами потерь урожая от болезней является поздняя диагностика возбудителя и ошибки при подборе средств защиты.

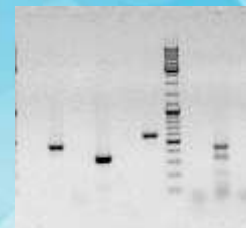
ПЦР-диагностика



Выделение ДНК
патогена



Амплификация ДНК
с родо- и видоспецифичными
праймерами



Детекция продукта
ПЦР целевого
размера

Преимущества определителя возбудителей заболеваний растений на основе ДНК-типирования



быстрота (до 24 ч), высокая специфичность, чувствительность и производительность анализа

низкая стоимость в сравнении с зарубежными аналогами

широкий спектр идентифицируемых фитопатогенных грибов и бактерий

мультиплексный анализ: одновременная детекция 2-3 патогенов в «одной пробирке»

идентификация факторов вирулентности, участвующих в инфекционном процессе

Нами разработан определитель возбудителей заболеваний растений на основе ДНК-типирования

Фитопатогенные грибы

Alternaria alternata
Alternaria solani
Alternaria sp.
Botrytis cinerea
Cladosporium cladosporioides
Colletotrichum acutatum
Colletotrichum coccodes
Didymella bryoniae
Fusarium oxysporum
Fusarium solani
Fusarium sp.
Phytophthora infestans
Plectosphaerella cucumerina
Rhizoctonia solani
Sclerotinia sclerotiorum
Verticillium dahlia



Фитопатогенные бактерии

Agrobacterium tumefaciens
Clavibacter michiganensis
Dickeya dadantii
Erwinia amylovora
Pantoea agglomerans
Pectobacterium atrosepticum
Pectobacterium carotovorum
Pectobacterium wasabiae
Pseudomonas syringae
Xanthomonas campestris

Антракноз
Аскохитоз
Альтернариоз
Фузариоз
Фитофтороз
Ризоктониоз
Вертициллез
Черная ножка
Белая гниль
Серая гниль
Стеблевая гниль
Корневые и прикорневые гнили

Бактериальный рак
Черная ножка
Бактериальный ожог
Кольцевая гниль картофеля
Мягкая гниль
Корневая гниль
Сосудистый бактериоз
Слизистый бактериоз
Вилт

За период освоения
(2019-2021 гг.)
выполнено **237**
фитопатологических
анализов
с общей площади
свыше **60 га** (в том
числе на экспорт –
200 анализов)

КРИТЕРИИ ОТБОРА МИКРООРГАНИЗМОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ БИОПЕСТИЦИДОВ

- Высокие антимикробная и/или энтомоцидная активности к целевым патогенам и вредителям
- Безвредность для окружающей среды
- Генетическая стабильность
- Способность к росту на дешевых, недефицитных субстратах
- Высокая скорость роста
- Низкая чувствительность к биоценотическим факторам, в том числе фагоустойчивость

Этим критериям в наибольшей мере соответствуют бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, на основе которых разработан ряд препаратов с фитозащитной активностью



РАЗРАБОТАННЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И ОБЛАСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Защита овощей и плодов при хранении



- **Бетапротектин**
- **Бактосол**
- **Экосад**

Защита корневой системы и вегетирующих растений



- **Бетапротектин, Бактосол**
- **Бактавен, Экогрин**
- **Фрутин, Фитопротектин**
- **Бацитурин, Ксантрел, Карфил**

Обеззараживание семян



- **Бактосол**
- **Бактавен**
- **Фитопротектин**
- **Карфил**

Восстановление микробо-ценозов, обеззараживание и очистка почвы, разложение растительных остатков



- **Полибакт,**
- **Агроревитол**
- **Биокомпозит-коррект**

Комплексный биопрепарат **ПОЛИБАКТ**



- 1 Подавляет развитие патогенной микрофлоры и обеспечивает восстановление агробиоценозов**



- 2 Ускоряет разложение растительных остатков в почве**



- 3 Осуществляет солюбилизацию нерастворимых соединений фосфора**

- 4 Обогащает почву биологическим азотом**

- 5 Повышает плодородие почвы**

- 6 Увеличивает продуктивность сельскохозяйственных культур на 10-20%**

работающий по принципу
ШЕСТЬ в ОДНОМ

на основе бактерий
с антагонистической,
целлюлолитической,
фосфатмобилизующей
и азотфиксирующей
активностями

Наряду с бактериями-антагонистами из образцов почвы и растений, пораженных бактериозами, выделены и изучены бактериофаги фитопатогенных бактерий -- основа антибактериальных препаратов высокоспецифичного действия

МУЛЬТИФАГ



- 6 штаммов фагов, активных в отношении фитопатогенных бактерий *Pseudomonas syringae*
- препарат более, чем на 50 % снижает заболеваемость культуры огурца угловатой бактериальной пятнистостью листьев, улучшает качество овощей, увеличивает урожай более чем на 15 %



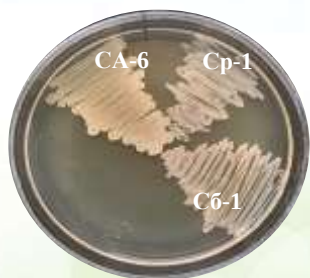
МУЛЬТИФАГ-С

- 3 штамма фагов, активных в отношении фитопатогенных бактерий *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas corrugata*, *Dickeya dadantii*
- снижает пораженность растений томата бактериозами на 59-69 % и увеличивает урожай на 28-33 %

МИКРОБНЫЕ УДОБРЕНИЯ



Для пополнения микробоценозов почвы полезной почвенной и ризосферной микрофлорой с целью улучшения питания растений эффективно использование микробных препаратов, основу которых составляют азотфиксирующие и фосфатмобилизующие микроорганизмы. Интродуцированные в почву природные азотфиксаторы и фосфатмобилизаторы обеспечивают растения макро- и микроэлементами, фитогормонами, сидерофорами и витаминами, повышают адаптацию растений к абиотическим и биотическим стрессам



Рост галотолерантных бактерий на среде LB, содержащей NaCl (15 %)

Выделены галотолерантные азотфиксирующие и фосфатсольюбилизирующие штаммы бактерий, продуцирующие осмопротекторы пролин и бетаин, оказывающие стимулирующий эффект на рост растений в условиях засоления. Использование в фиторемедиации засоленной почвы микробно-растительных ассоциаций *Rhodococcus jostii* CA-6+*Lotus corniculatus* уменьшает токсическое воздействие солей на растения



Разработана биотехнология фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, позволяющая заменить минеральные удобрения на микробные препараты при возделывании голубики и клюквы, что обеспечивает восстановление плодородия торфяной залежи, получение прибавки к урожаю плодов на 17-26% и повышение их качества

МИКРОБНЫЕ УДОБРЕНИЯ

РИЗОФОС (Галега, Люцерна, Клевер)

Rhizobium galegae + *Bacillus subtilis*, *Sinorhizobium meliloti* + *Bacillus subtilis*, *Rhizobium trifolii* + *Bacillus subtilis*

обогащает почву азотом и доступным растениям фосфором, обеспечивает прибавку урожая зеленой массы бобовых культур до 70 %,



Марка «Галега»



Марка «Люцерна»

СОЯРИЗ

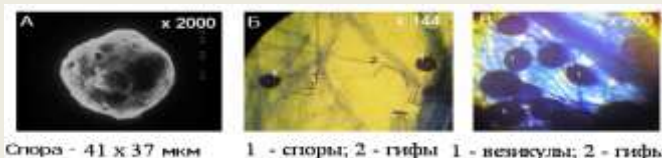
Bradyrhizobium japonicum

улучшает технологические свойства зерна и зеленой массы сои, повышает урожайность семян на 38%, сбор сырого белка на 60% (без азотных удобрений)



АГРОМИК

Agrobacterium sp., *Pseudomonas* sp., арбускулярные микоризные грибы р. *Glomus*



повышает продуктивность тритикале, стимулирует рост цветочных, декоративных хвойных и древесно-кустарниковых растений

ГОРДЕБАК

Enterobacter sp. B-402Д, *Enterobacter* sp. B-409Д

повышает урожайность пивоваренного ячменя; озимого и ярового рапса; ускоряет адаптацию и выращивание здорового посадочного материала микрклональных древесных растений





ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ:



- пластификаторов,
- формальдегида, фенола,
- нефтепродуктов,
- метанола,
- летучих органических соединений ,
- жировых соединений,
- многокомпонентных сточных вод завода органического синтеза (динил, параксилोल, этиленгликоль) и т.д.





МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

для очистки почвы и воды от нефтяных
загрязнений

Родобел, Родобел-ТН, Экобел



для очистки коммунально-бытовых сточных вод

Антойл, Антойл+, Антойл+С, Деаммон



для очистки производственных сточных вод от

- ксилола, толуола - **БиоКиТ**
- триметиламина, триэтиламина, диметилэтиламина - **Тэамин**
- фенола, формальдегида - **ФеноФорм**
- отходов целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих предприятий - **ЦБО-интенс**



В целом за период **2016-2021** гг.
по разработкам Института
и при его научном
сопровождении произведено
биотехнологической продукции
на сумму свыше **7 млн** бел. руб.
(**3,4 млн** долл. США)



Ее практическое использование обеспечивает

- восстановление микробоценозов почв и водных систем
- экологизацию и повышение продуктивности сельскохозяйственного производства
- защиту окружающей среды от промышленных и сельскохозяйственных загрязнений и, как следствие, биобезопасность жизнедеятельности человека

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!