



КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# Агробиотехнологии в биологизированном и органическом земледелии

СИРАЕВА З.Ю., к.б.н., руководитель  
направления Агробиотехнологии каф.  
биохимии, биотехнологии и фармакологии,  
в.н.с. НИЛ "Биомаркер" ИФМиБ КФУ

**Усиление деградации агрофитоценозов**, сопровождаемой увеличением инфекционной нагрузки

**Высокий уровень пораженности** посевного/посадочного материала

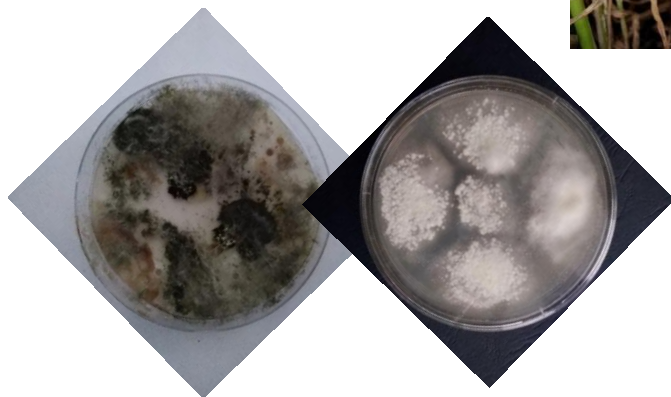
**Уменьшение живой биомассы почв** вследствие минерализации активного гумуса: с 30,0 (70-е г.г. XX в.) до 2,0-4,0 т/га (XXI в.)

**Снижение качества продукции:** накопление микотоксинов (более 30% продукции растениеводства), нитратов, остаточных количеств пестицидов...

**Низкий уровень использования передовых агробiotехнологических, технических и технологических решений, высокопродуктивного посадочного/посевного материала** приводят к:

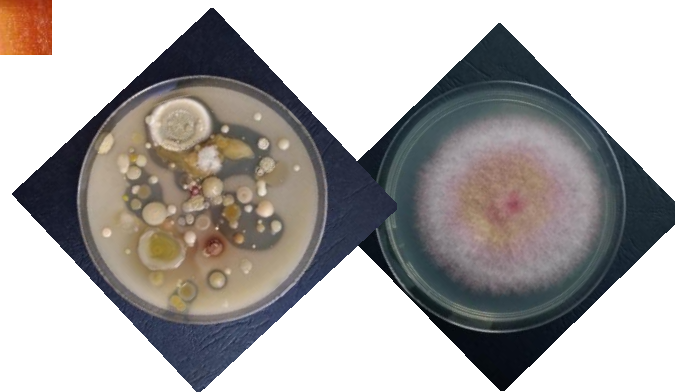
- ✓ низкому уровню производительности труда (отставание производительности России от США ~ 340-440%);
- ✓ отставанию по урожайности основных сельскохозяйственных культур (по сравнению со странами-лидерами ~ в 3 р.);
- ✓ высоким потерям сельхозпродукции на всех уровнях производства (около 10-12 млн. т, что составляет более 40 млрд руб./год)

## Комплексный фитосанитарный мониторинг агрофитоценозов: критически высокий уровень пораженности (повсеместно)

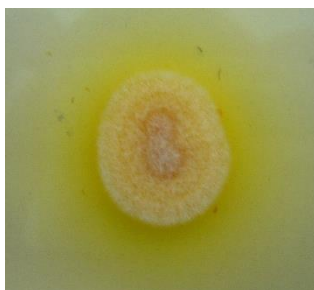


Объекты:

- ✓ почва
- ✓ семенной фонд
- ✓ посадочный материал
- ✓ вегетирующие растения
- ✓ воздух
- ✓ зерно- и овощехранилища

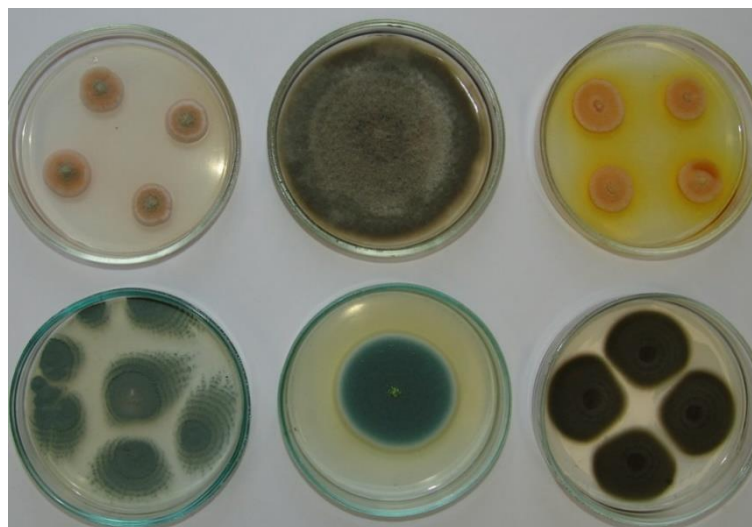


## Доминирующая проблема – микробиологическая деградация почвы



### Последствия почвоутомления (истощения почвы):

- 1) нарушение химического и биологического балансов;
- 2) непригодность почвы для выращивания растений ;
- 3) резкое снижение урожайности;
- 4) низкая супрессивность (высочайший уровень инфекционной нагрузки).

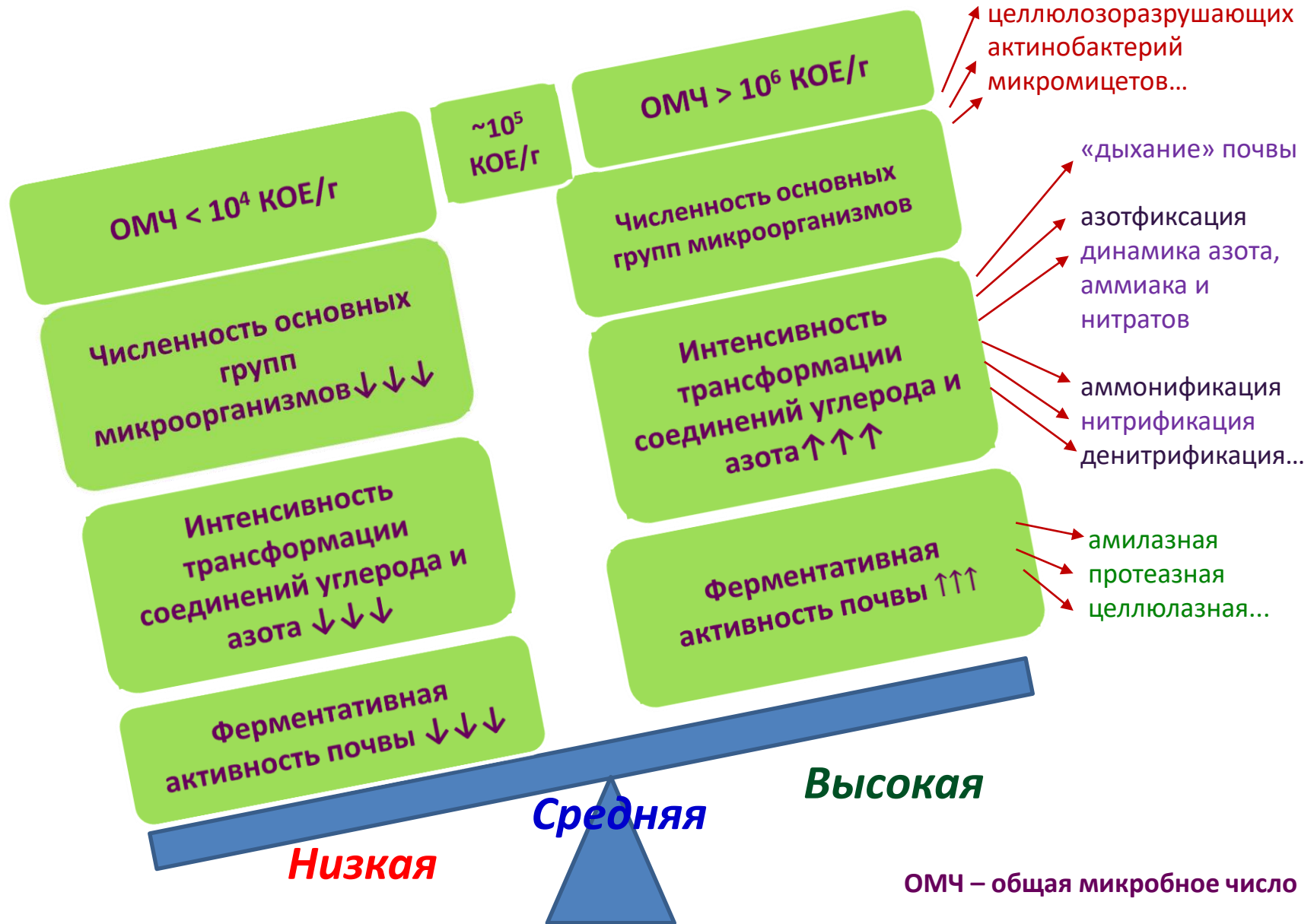


>10<sup>6</sup> пропагул/1 г абс.сух.почвы!!!



**СЛЕДСТВИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЫ – СНИЖЕНИЕ  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

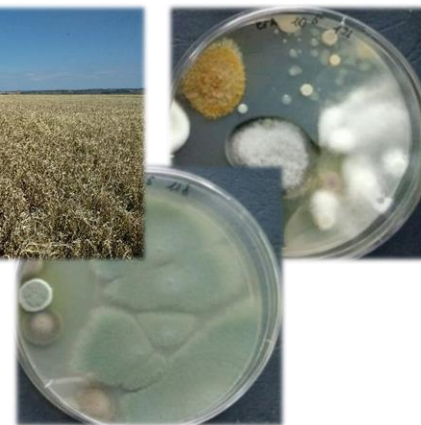
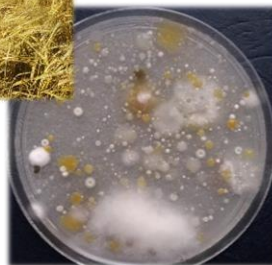
## Биологическая активность почвы – показатель плодородия



## Численность и структура эколого-трофических групп микроорганизмов

Эколого-трофическая группа	Численность, КОЕ/г абсолютно сухой почвы	
	благополучная (очень богатая) почва Урожайность ячменя 59,1 ц/га	неблагополучная (очень бедная) почва Урожайность ячменя 28,2 ц/га
Аммонифицирующие (ОМЧ)	$1.82 \times 10^7$	$2.32 \times 10^5$
Аэробные азотфиксирующие	$1,20 \times 10^2$	$1.21 \times 10^1$
Денитрифицирующие	$1.03 \times 10^3$	$4.05 \times 10^5$
Фосфатрастворяющие	$2.54 \times 10^3$	$3.06 \times 10^1$
Использующие минеральные формы азота	$1.97 \times 10^6$	$3.81 \times 10^6$
Актинобактерии	$4.81 \times 10^5$	Не выявлено
Целлюлозоразрушающие	48%	Не выявлено
<i>Azotobacter</i>	29%	Не выявлено
Грибы (в т.ч. <i>Trichoderma spp.</i> )	$1.01 \times 10^5$ ( $\sim 10^4$ )	$9.32 \times 10^6$ (0)

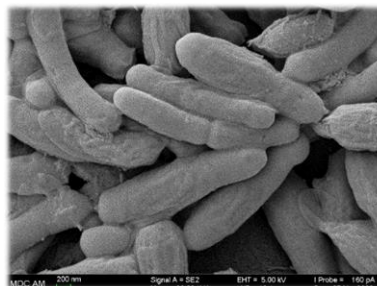
Пример:  
 РТ, 2019-2020 г.г.





Отсутствие червей,  
насекомых,

живой микрофлоры,

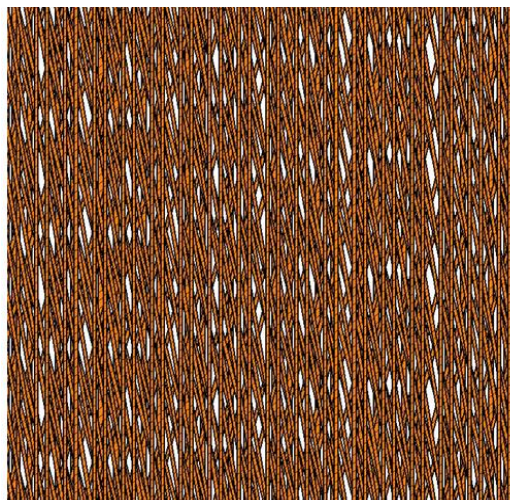


растительных остатков



и не только...

Сезонная реальность



~ 95% уплотнено  
50% траекторий маршрута > 1 раза

10% следов от колес

## Проблема переуплотнения



Подвержено более 80%  
сельхозугодий  
Ежегодные потери > 30 млн.т  
продукции

По факту... теряем...



Должно быть





## Критические значения плотности, снижающее плодородие: плотность более 1,4-1,5 г/см<sup>3</sup>, пористость менее 40%

Оценка плотности пахотного слоя почвы (по Н.А. Качинскому)

Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Оценка
< 1,0	Почва богата органическим веществом
1,0..1,1	Вспаханная почва
1,2..1,3	Пашня уплотнена
1,3..1,4	Пашня сильно уплотнена
<b>1,4..1,6</b>	Типичное значение для подпахотных горизонтов
<b>1,6...1,8</b>	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

**Решение: многолетние травы (в т.ч. бобовые)**

**По многочисленным данным, показана обратная связь между плотностью почвы (г/см<sup>3</sup>) и массой пожнивно-корневых остатков (т/га).**

**В среднем** при накоплении 1 т пожнивно-корневых остатков происходит снижение плотности почвы на 0,0128 г/см<sup>3</sup>.

Важнейшим агрофизическим показателем почвы является ее структурно-агрегатный состав, от которого во многом зависит строение пахотного слоя почвы и оптимизации почвенных режимов.

**Коэффициент структурности почвы под многолетними травами увеличивается по годам.**

## Обязательные элементы «биологизации почвы» при переходе от традиционной к биологической модели земледелия

- ✓ **внедрение адаптивно-ландшафтной системы земледелия (NB: подсадка не только деревьев, но и высадка новых защитных полос)**
  - При разработке структуры сельскохозяйственных угодий с целью повышения эрозионной и экологической устойчивости агроландшафта, повышения его продуктивности оптимальным является соотношение:
    - ✓ доля пашни 50-60%;
    - ✓ почвозащитные лесные насаждения 10-12%;
    - ✓ сенокосы и пастбища 18-20%;
    - ✓ водные объекты естественные и искусственные 5-8%.
- ✓ **широкое использование при выращивании сельскохозяйственных культур сидератов;**
- ✓ **разработка персонализированных (для каждого поля) севооборотов в зависимости от эродированности почв;**
- ✓ **изучение, научное сопровождение и внедрение новых почво- и ресурсосберегающих технологий обработки почвы, вкл. No-till;**
- ✓ **залужение эродированных почв многолетними травами с хозяйственным использованием последних или консервация для естественного восстановления почв;**
- ✓ **увеличение доли органических удобрений;**
- ✓ **использование природных мелиорантов для повышения плодородия почв;**
- ✓ **максимальное применение биопрепаратов (биофунгициды для защиты растений и санации почвы, биодеструкторы для разложения соломы), в том числе рамках интегрированного подхода;**
- ✓ **применение биоудобрений (особенно, на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих продуцентов) – обязательный элемент биологизации систем земледелия**

## Вклад биологического азота бобовых в азотный потенциал почвы

Культура	Потенциал азотфиксации, кг/га	Фактически используемый потенциал азотфиксации без применения биопрепаратов, кг/га
горох	135	40-60
вика	157	40-67
соя	390	60-90
люпин	220	80-120
эспарцет	270	130-160
люцерна	550	140-210
козлятник	480	130-220
клевер	300	130-150
донник	300	180-20

## Эффективность симбиоза азотфиксирующих бактерий и бобовых при высоком инфекционном фоне



### 2 ФАКТА:

- 1) токсинообразующие грибы (*Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* и др.) в большинстве случаев за счет выделения микотоксинов вызывают гибель азотфиксирующих бактерий;
- 2) клубеньковые бактерии чувствительны к пестицидам (в т.ч. био-)

Пораженность семенного материала фитопатогенными микромицетами и бактериями (30-100% !!! повсеместно)

Соя, Ульяновск



Горох, РТ

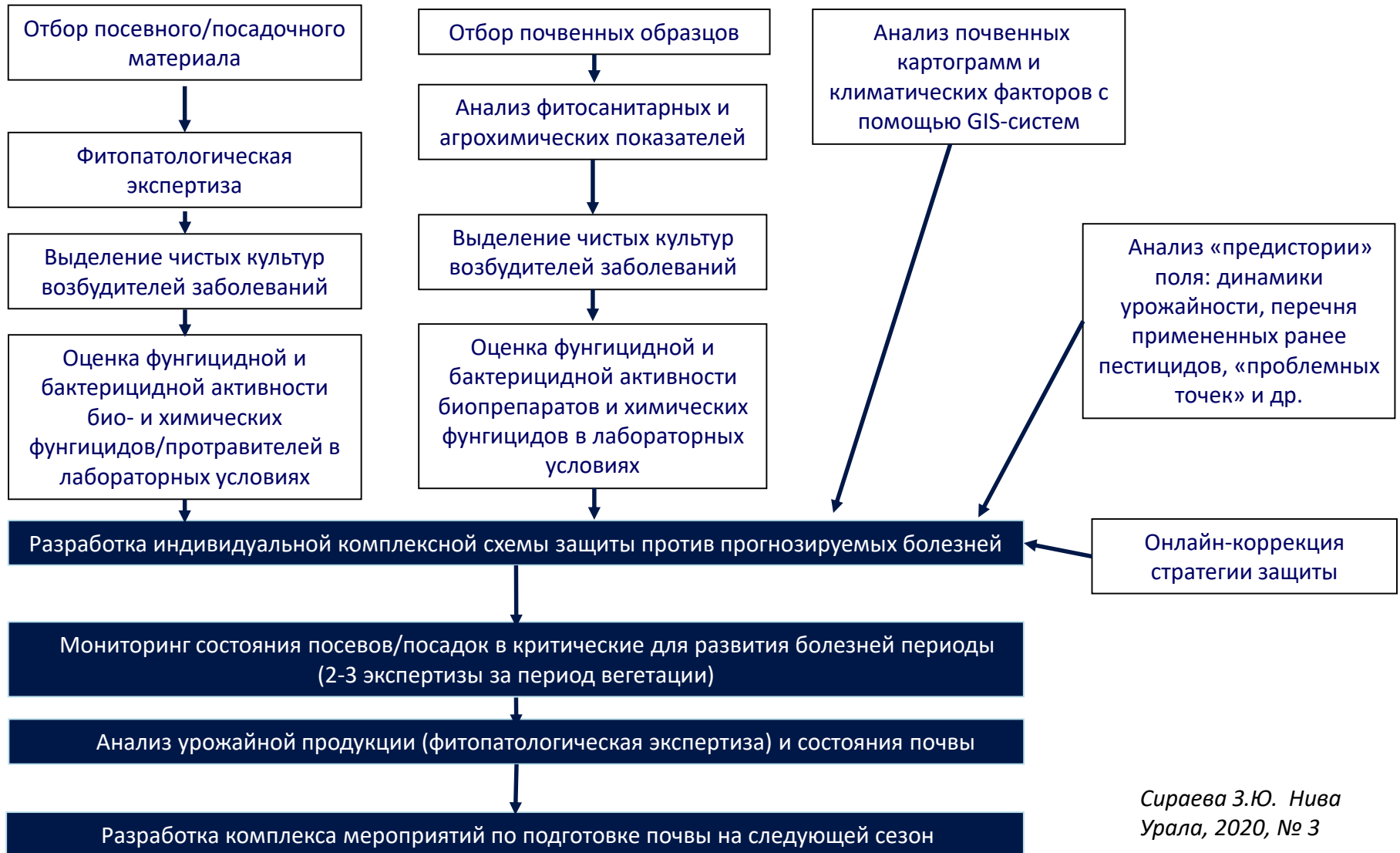


? Что делать ?

### Решение

1. Заблаговременно (за 3-4 недели) протравливание химическим фунгицидом, в день посева – биопрепаратом
2. «Выживают» только сухие формы биоудобрений на основе азотфиксаторов

## Научно-обоснованный персонализированный биологизированный подход в выборе стратегии защиты сельскохозяйственных культур



Сираева З.Ю. Нива  
Урала, 2020, № 3

**Персонализированный подход – залог соблюдения технологии применения биопрепаратов и получения планируемой урожайности высококачественной продукции, в т.ч. органической**

**2006 год:** интегрированная защита растений

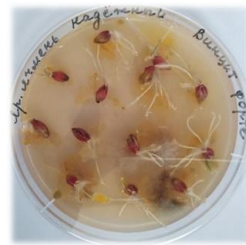
Совместное применение бацизулина с пестицидами / З.Ю. Сираева, Н.Г. Захарова, С.Ю. Егоров // Вестник РАСХН.2006.№4.43–45.

## СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ С ПЕСТИЦИДАМИ

### Яровой ячмень Надёжный



**Контроль**



**Винцит форте**



**Профикс**

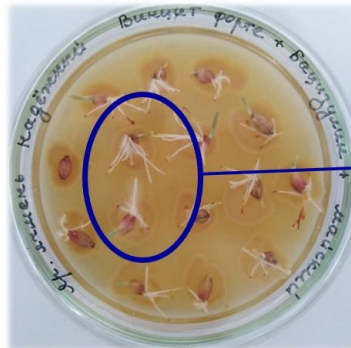


**Майский**



**Бацизулин**

**Винцит форте  
+  
Бацизулин  
+  
Майский**



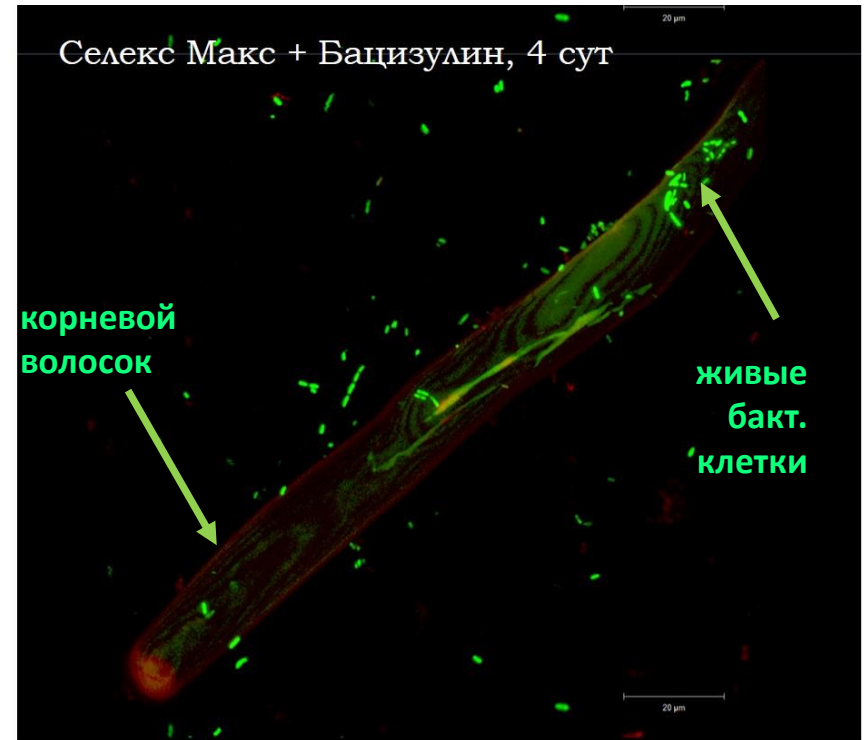
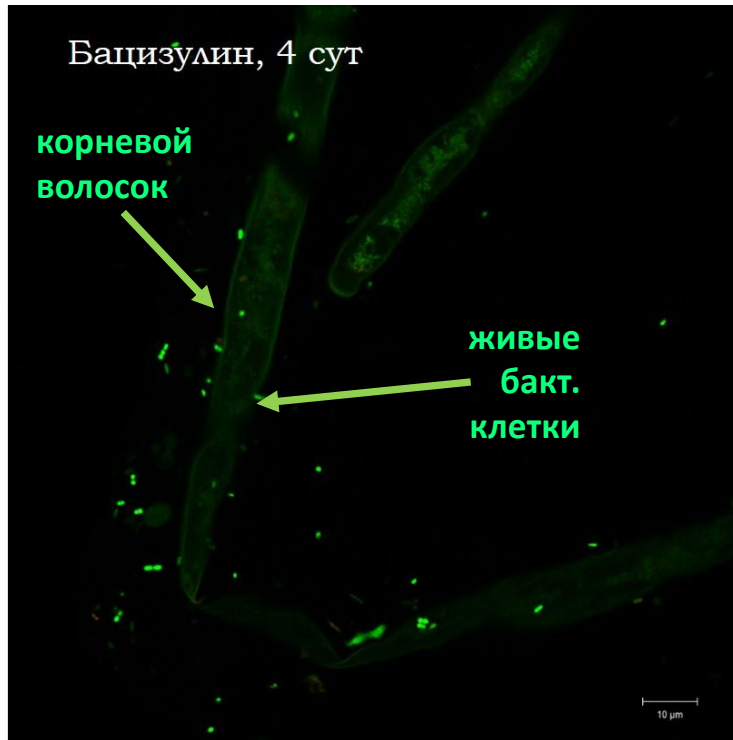
**Профикс  
+  
Бацизулин  
+  
Майский**



**2018 год:** успешно внедрен на 2/3 от всех посевных площадей РТ

Сираева З.Ю. Реализация концепции интегрированной защиты растений в Республике Татарстан / Международ. науч.-практической конф. «Климат, плодородие почв, агротехнологии – 2018. Методы повышения биологической активности почвы» / 9-10 авг. 2018. Самара

### Интегрированная защита растений



Жизнеспособность клеток штамма-продуцента биопрепарата Бацизулин в зоне корневых волосков при совместном протравливании семян яровой пшеницы сорта Тулайковская 116 с инсектофунгицидом Селекс Макс\*.

ЛСКМ; окрашивание: акридин оранжевый (мертвые клетки) + пропидий йодид (живые клетки)

\* Селекс макс, кс: 15,0 г/л тебуконазол + 125,0 г/л тиаметоксам + 25 г/л флудиоксонил

## No-Till: новая философия в земледелии

Результат антропогенной парадигмы: истощение почвы

??? пути решения

Гипотеза Альбрехта Тэера,  
*Albrecht Thaer, XVIII в.*:  
урожай зависит от  
плодородия,  
определяющегося  
содержанием гумуса

В России за последние 50 лет в пахотном слое резко снизилось содержание гумуса. Пашня ежегодно теряет 0,62 т/га гумуса, или 81,4 млн. т всего.

На интенсивность дегумификации оказывает влияние система основной обработки почвы

No-Till

**поверхностная > минимальная > разноглубинная > интенсивная**  
*ряд снижения интенсивности гумусообразования в зависимости от типа обработки*

**Срок естественного восполнения содержания гумуса и плодородия – более 100 лет**  
**при биологизации земледелия – порядка 30 лет**  
**при No-Till + биологизации земледелия – менее 10 лет**  
**с выходом на производство organic-продукции**

ОСНОВА

Первые 3-5 лет:

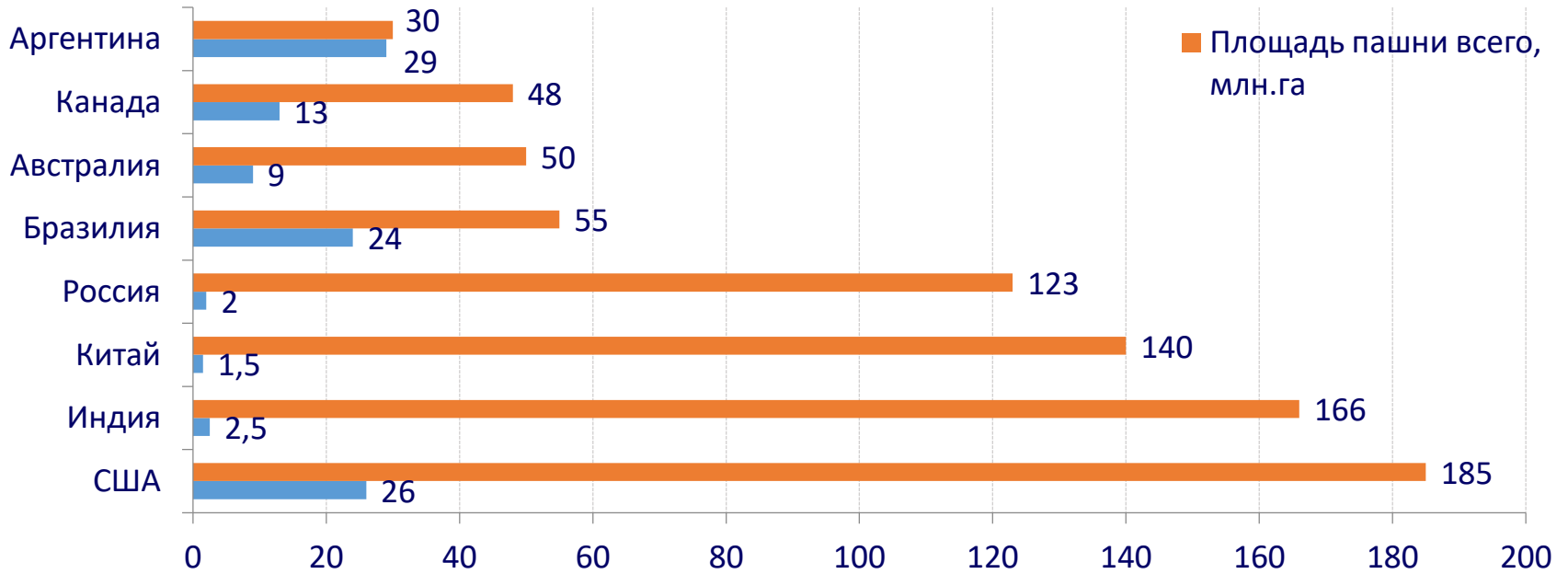
- ✓ чередование культур (многолетние травы – бобовые культуры – зерновые – сидераты)
- ✓ интегрированная защита растений (применение биопрепаратов разнонаправленного действия)
- ✓ обеспечение прихода органического вещества не менее 7 т/га

С 3-го – 5-го года: переход на биологическую защиту

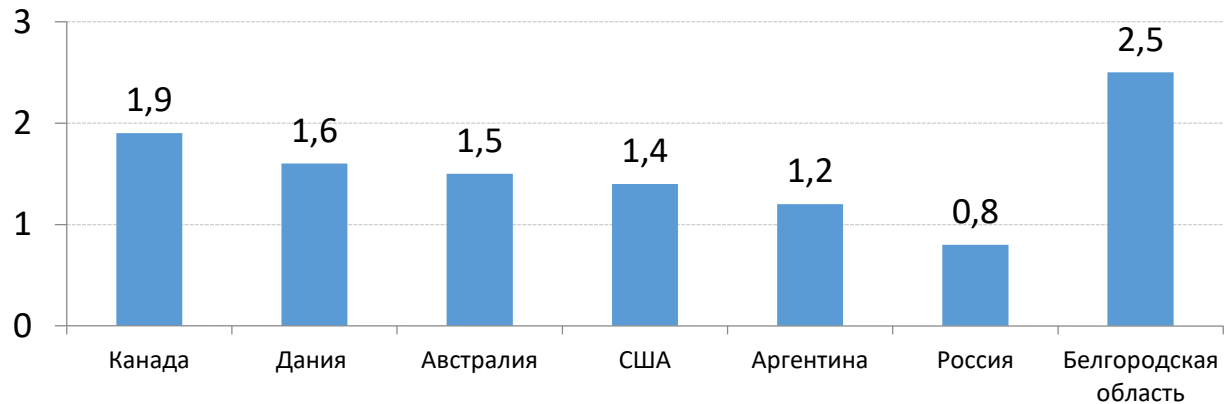
ЕЖЕГОДНО: мульча, прямой посев



## No-Till: мировая статистика



### Производство зерновых на душу населения, т/чел.



## No-Till в РТ: 10 лет по технологии NO-Till (ООО «Тойма»)

Культура	Сорт	Варианты обработки	Дата высева	Затраты на обработку почвы ГСМ, руб./ц		Урожайность, ц/га		
				No-Till	Средняя по хозяйству	No-Till	Средняя по хозяйству	
Озимая пшеница	Казанская 560	Флавобактерин + Фитотрикс	28.08- 01.09.2011	-	-	21,2	19,4	↑ 8,5%
Яровой ячмень	Раушан	Ризоагрин+ Фитотрикс	01.05 – 04.05.2012	-	-	27,2	25,7	↑ 5,5%
Яровой рапс	Ратник	Мизорин+ Фитотрикс	05.06 – 08.06.2013	-	-	17,8	13,4	↑ 24,7%
Яровая пшеница	Экада 66	Мизорин+ Фитотрикс	23.05 – 28.05.2014	326	3901	28,0	28,0	-
Яровой ячмень	Нур	Ризоагрин+ Фитотонус	02.05 – 07.05.2015	381	494	38,6	35,0	↑ 9,3%
Яровой рапс	Ермак	Мизорин+ Фитотонус	07.05 – 12.05.2016	1164	1352	13,1	11,7	↑ 10,7%
Ячмень	Нур	Ризоагрин+ Фитотонус	29.04 – 04.05.2017	287	389	41,7	41,2	↑ 1,2%
Горох	Усатый кормовой	Комплекс ХиБСЗР	12.05-15.05.2018	нд	нд	33,2	28,0	↑ 5,2%
Ячмень яровой	Нур	Комплекс ХиБСЗР	13.05.2019	929,85 *	3500	59,0	34,2	↑ 72,5%

\* Затраты на средства защиты и агрохимикаты

# Цифровые технологии для продвижения и оценки эффективности агроботехнологий в растениеводстве

Иннополис, 2019



Главный аналитик отдела управления проектами Университета Иннополис, ведущий аналитик ООО «ИнноГеоТех»

Автор идеи и научный руководитель проектной группы по разработке Сервиса «Телеагроном»

## Цифровая модель Республики Татарстан

Реализация проекта в рамках дорожной карты «Аэронет»  
Национальной технологической инициативы



ТЕЛЕАГРОНОМ

Многофакторная система оперативного мониторинга/диагностики и упреждающего моделирования развития болезней сельскохозяйственных культур

**Цели:**

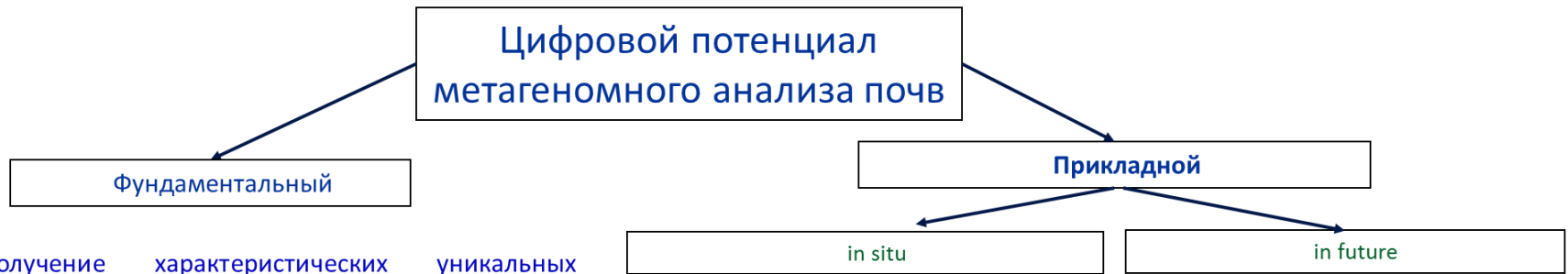
- Предупреждение болезней растений
- Снижение затрат на защитные мероприятия
- Улучшение фитосанитарного состояния почвы
- Возрастание экологической безопасности продукции
- Повышение качества продукции растениеводства

Начать работу

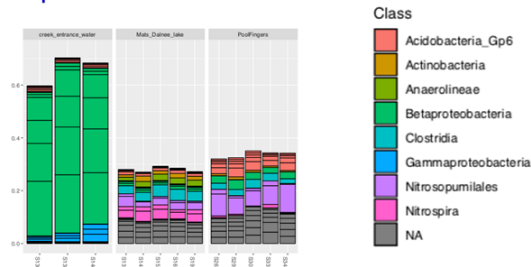


# Современные подходы к оценке эффективности агробiotехнологий: молекулярные агробiotехнологии

Разработка современных алгоритмов регуляции продуктивности агроэкосистем с помощью комплексного подхода, включая метагеномный анализ сельскохозяйственных и природных объектов



Получение характеристических уникальных паттернов почв



Вклад в таксономию, вкл. открытие/описание новых видов

Выявление корреляций биологических и физико-химических факторов на основании изучения паттернов (в совокупности с описательными морфологическими методами)

Повышение разрешения и автоматизация оценки таксономического и количественного состава микробиома почвы

## Фитосанитарное картирование:

оценка фитосанитарного состояния почв земель сельскохозяйственного назначения

## Паспортизация почв:

- Оценка пригодности почвы по показателям плодородия для сельскохозяйственного использования
- Оценка степени/характера антропогенной (вкл.токсической) нагрузки почвы, критических для сельскохозяйственного и/или иного использования
- Оценка пригодности почвы для выращивания органической продукции

## Прогноз

**биологической/финансовой эффективности использования почвы:**

- для с/х назначения (для малого, вкл. КФХ, среднего и крупного бизнеса)
- для выращивания органической продукции
- приобретения земель под строительство (оценка эрозионно, вулканически (пр.) опасных территорий)

**Подход к оценке эффективности агробiotехнологий, соответствующий современному мировому уровню**

## **НАПРАВЛЕНИЯ ВЫРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЗИРОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ОРГАНИЧЕСКОГО АГРОПРОИЗВОДСТВА**

**кафедры биохимии, биотехнологии и фармакологии ИФМиБ КФУ**

### **1. Фитосанитарное**

1.1. Фитопатологическая экспертиза посевного и посадочного материала

1.2. Фитосанитарный мониторинг посевов зерновых, зернобобовых, кормовых, сидеральных, технических культур, посадок овощных культур

1.3. Фитосанитарный мониторинг и прогностическое моделирование развития болезней сельскохозяйственных культур, в т.ч. в зонах рискованного земледелия

1.4. Фитопатологическая экспертиза плодовоовощной продукции при хранении

1.5. Фитосанитарное состояние почв земель сельскохозяйственного назначения (фитосанитарное картирование)

1.6. Разработка систем диагностики состояния агроэкосистем по индикаторным показателям метагеномного анализа

**НАПРАВЛЕНИЯ ВЫРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ  
В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЗИРОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ОРГАНИЧЕСКОГО  
АГРОПРОИЗВОДСТВА**  
**кафедры биохимии, биотехнологии и фармакологии ИФМиБ КФУ**

**2. Системы защиты растений и почв в органическом земледелии**

2.1. Разработка и обоснование эффективности применения биологических средств защиты растений, биоудобрений, биодеструкторов, биостимуляторов роста растений в рамках региональных программ биологизации агропроизводства и органического земледелия

2.2. Поиск и разработка новых биопрепаратов, их формуляций, предназначенных для повышения сохранности и качества плодовоовощной продукции

2.3. Интегрированная защита растений и почв – переходный этап к органическому земледелию

## **НАПРАВЛЕНИЯ ВЫРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЗИРОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ОРГАНИЧЕСКОГО АГРОПРОИЗВОДСТВА**

**кафедры биохимии, биотехнологии и фармакологии ИФМиБ КФУ**

### **3. Агробиотехнологии для повышения/восстановления почвенного плодородия и стабилизации равновесной структуры микробиоценоза почв и сельскохозяйственных растений**

*3.1. Прогрессивные подходы к восстановлению почвенного плодородия и стабилизации равновесной структуры биоценоза почв и растений*

3.1.1. Внедрение и научное сопровождение новых почво- и ресурсосберегающих технологий обработки почвы, в том числе No-Till

3.1.2. Многоцелевое использование биопрепаратов (биосанация почвы, биодеструкция, стимуляция роста и защита растений)

3.1.3. Разработка индивидуальных севооборотов в зависимости от степени эродированности почв, почвенного микробного сообщества, инфекционного фона

3.1.4. Использование сидератов при выращивании сельскохозяйственных культур

3.1.5. Залужение эродированных почв многолетними травами с последующим хозяйственным использованием или консервация для естественного восстановления почв

3.1.6. Использование природных мелиорантов для повышения плодородия почв

3.1.7. Комплексный мониторинг почвенных микробиоценозов и разработка адаптированных агропроизводственных схем для повышения почвенного плодородия

*3.2. Биологические приемы повышения продуктивности культур в условиях изменения климата*

## «Современные агротехнологии»

### Программа повышения квалификации

↑ Недостаточный уровень образования (лишь 23% агрономов РФ имеют высшее образование)

Запрос: обращения аграриев о проведении обучения (диагностика болезней + оздоровление + повышение плодородия почв)

↓ По данным Минтруда России, агроном по защите растений, агроном-фитопатолог, агроном-агробиотехнолог – востребованные на рынке труда специальности

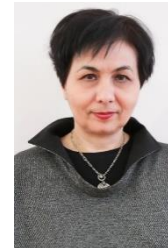
Особый интерес к модулям:

- ✓ интегрированная защита растений и почв как переходный этап к органическому земледелию
- ✓ основы биологизированного и органического земледелия
- ✓ специфика применения биопрепаратов для повышения почвенного плодородия и защиты растений.



Разработчики программы:

**Сираева З.Ю.**, к.б.н., с.н.с. НИЛ «Биомаркер» кафедры биохимии, биотехнологии и фармакологии ИФМиБ КФУ



**Киямова Рамзия Галлямовна**, д.б.н., проф., зав. каф. биохимии, биотехнологии и фармакологии ИФМиБ КФУ

При поддержке МСХиП РТ,  
с участием ООО «НПИ «Биопрепараты»







# В основе дополнительного образования – научно-производственная интеграция по направлениям



144 слушателя

Даты проведения:  
11-29 апреля 2019

Место проведения:  
8 муниципальных районов РТ



**Задача: масштабирование программ ПК для специалистов** (по защите растений, агрономов крупных агрохолдингов, глав КФХ и других агропроизводителей).

**Разработка специализированных модулей программ для специалистов** диагностических и научно-исследовательских лабораторий РФ

## «Современные агротехнологии»

### Программа повышения квалификации

#### Структура слушателей



## «Биотехнологии в агропроизводстве»

### Программа повышения квалификации

Даты проведения:  
3-5 февраля 2020 года

Место проведения:  
г. Екатеринбург

Программа разработана кафедрой биохимии, биотехнологии и фармакологии ИФМиБ КФУ:

Сираева З.Ю, к.б.н., в.н.с.

Ионова Н.Э., к.б.н., доц.

Киямова Р. Г., д.б.н., проф., зав. кафедрой

**Biocraft**

Сделано в России

ООО «Биокрафт»  
ИНН: 7607023801  
Регистр: Екатеринбург  
Удобрения, а.д., в.с., доп.  
№ФР: 4702848748

### Программа реализована при участии



Директор  
Ирина Ватутина

**Biocraft**



Председатель Правления СОЗ, к.п.н.,  
член Общественного  
совета Минсельхоза РФ  
Сергей Коршунов

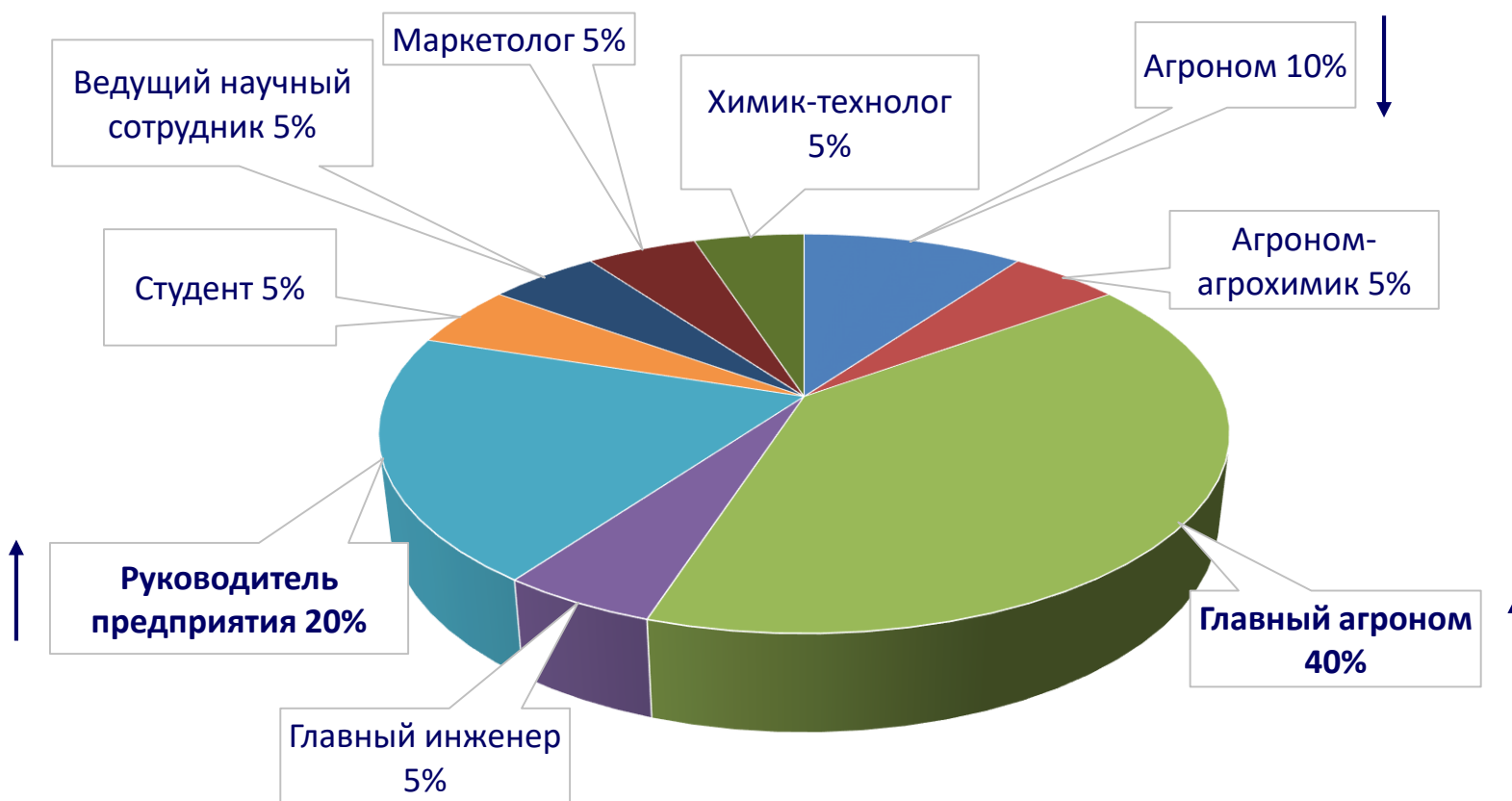




## «Биотехнологии в агропроизводстве»

### Программа повышения квалификации

#### Структура слушателей





# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ «АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ»

## Образование

*Разработка и реализация программ дополнительного образования и повышения квалификации:*

*Молекулярные агробιοтехнологии  
Биотехнологии в агропроизводстве  
Методы молекулярной диагностики возбудителей заболеваний растений  
Генно-инженерные технологии для создания продуцентов и др.*

## Научные проекты (классические)

- ✓ разработка тест-систем для диагностики болезней
- ✓ разработка новых биопрепаратов и подходов к их применению
  - ✓ вермикомпостирование и др.

## Молекулярные агробιοтехнологии:

- ✓ создание продуцентов с заданными активностями
- ✓ метагеномный анализ почв и их паспортизация по уникальным геномным паттернам;
  - ✓ разработка инновационных методов фитопатологической экспертизы и мониторинга состояния посевов/посадок, включая IT и др.

Организация современной платформы, соответствующей европейскому уровню, для интеграции и реализации образовательных и научных проектов в области АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ



# Благодарим за внимание!

## Обучаем



Выездные семинары совместно с МСХИП РТ



День поля Самарской области,  
2018



День поля РТ, 2018

Екатеринбург, 2017

## Обучаемся



Обмен опытом на заводе  
Пегас, 2018



Татарстан, 2020



Волгоградская область, 2019

## Не отрываясь от земли



Татарстан, 2019