



**ФГБОУ ВО**  
**«Удмуртский государственный университет»**

**Внедрение технологий повышения выносливости  
растений методом микоризации в сельском и  
лесном хозяйстве,  
природообустройстве и природопользовании**

**Бухарина И.Л.**  
**доктор биол. наук, профессор**

# АКТУАЛЬНОСТЬ

## **Проблемы и вызовы:**

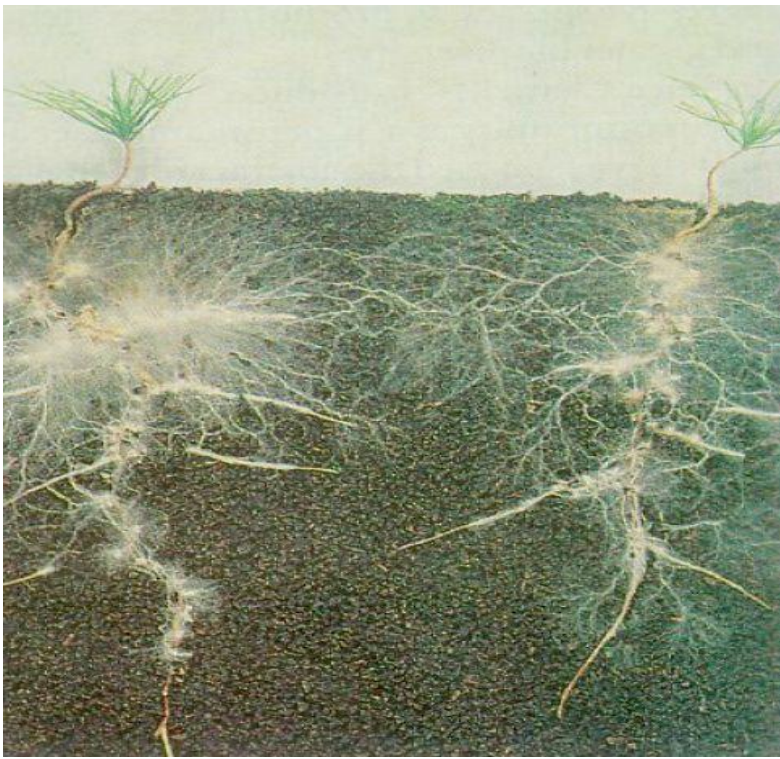
1. *Природные изменения* (повышение температур, засухи, засоление почв, неустойчивость погодных условий и т.д.)
2. *Хозяйственная деятельность человека* (нарушенность, загрязнение и утрата плодородия земель, рекультивация свалок, техногенные катастрофы, нарушение водного режима и засоление почв и т.д.)

## **Решение этих проблем:**

1. *Развитие экологических биотехнологий.*
2. *Современные технологии управления устойчивостью растений.*

## **Способы решения проблем:**

- Селекция, генная инженерия;
- **Поиск природных агентов – биоконтроллеров устойчивости растений** (природоподобные технологии, экологичные технологии, биологические способы защиты растений);
- Поиск организмов деструкторов.



**Микориза** - симбиотические (взаимовыгодные) отношения, которые формируются между грибами и растениями.

В природе 90% всех высших наземных растений проводят жизнедеятельность в ассоциации с микоризой.

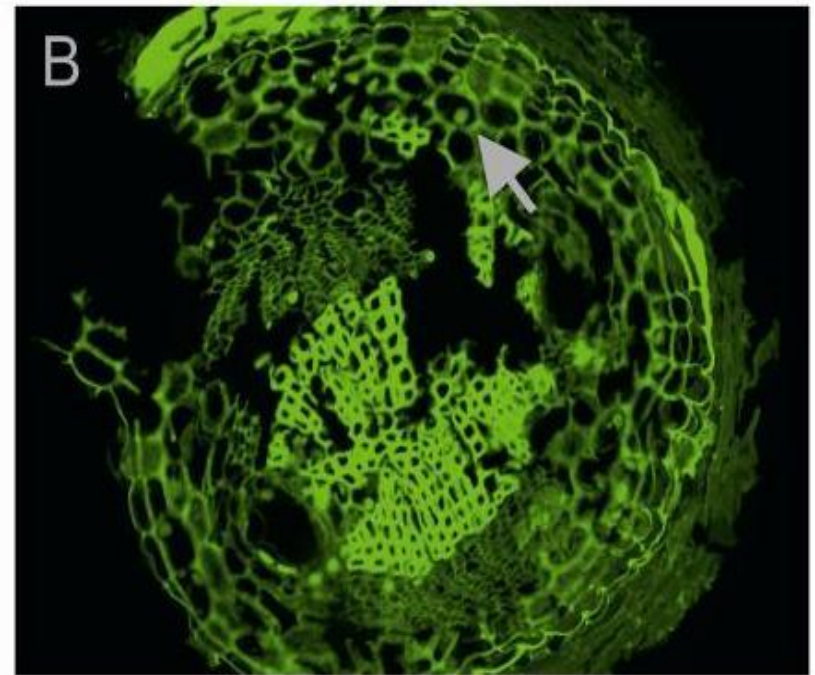
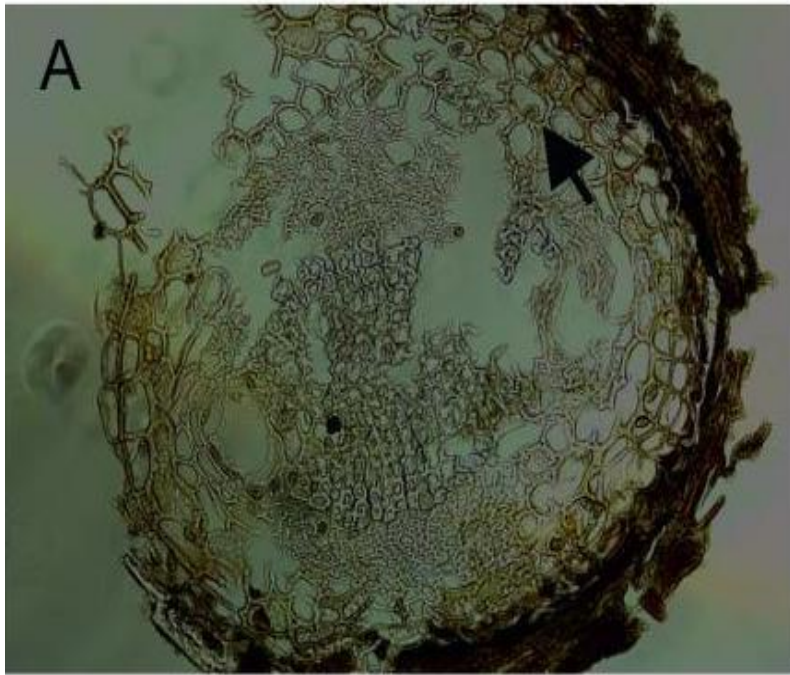
Известны два типа микоризы:

**эктотрофная и эндотрофная** на основе положения гиф гриба по отношению к тканям корня растений.

**Эктомикоризные грибы** не проникают внутрь клеток корня (внеклеточные).

**Эндомикоризные грибы**, наоборот, проникают в клетки корня растений (внутриклеточные).





Микроскопирование образца корневой системы  
ели колючей (*Picea pungens* Engelm),  
световая (A) и люминесцентная (B) микроскопия,  
увеличение 10/20х40  
**(стрелками обозначена эндомикориза)**

# Влияние эндомикоризы на растения

- Экономит воду до 50 %.
- Увеличивает урожайность, рост зеленой массы за счет оптимизации минерального питания (внесение азота и фосфора снижается на 10-30%);
- Увеличивает противостояние засолению, действию солей тяжелых металлов.
- Улучшает устойчивость к стрессу и общий иммунитет растений.
- Уменьшает инфекцию в корнях и листьях.
- Ускоряет развитие корня и цветение на 1-3 недели.

Наиболее встречаема в этой группе арбускулярная микориза, ее наиболее изученным представителем является род *Glomus*.

# Грибные препараты

**Mycor mix** – содержит активные споры различных видов эндомикоризных грибов, инокулированных в глину



**Great White** – содержит:  
15 различных видов микоризных грибов,  
11 видов полезных бактерий,  
2 вида триходерминов



# Проблемы применения грибных препаратов на основе *Glomus*

1. Высокая стоимость препарата;
2. Сложная технология культивирования грибов рода *Glomus* (выращивают только на корнях других растений в культуре *in vitro*);
3. Готовый препарат имеет вид спор, инокулированных глиной. Инокуляция в глину повышает сроки хранения препарата и транспортабельность, но значительно удлиняет сроки проникновения в корни растений и формирование микоризы (до 6 месяцев);
4. Невысокий класс развития микоризы в корнях растений, что требует значительно увеличивать нормы внесения препарата;
5. Из-за сложной техники культивирования утрачивается способность гриба противостоять действию ряда факторов, например, действию солей тяжелых металлов. Требуется повторная адаптация гриба перед микоризацией растений.

# Новизна и оригинальность нашей технологии

## Подбор агента для микоризации

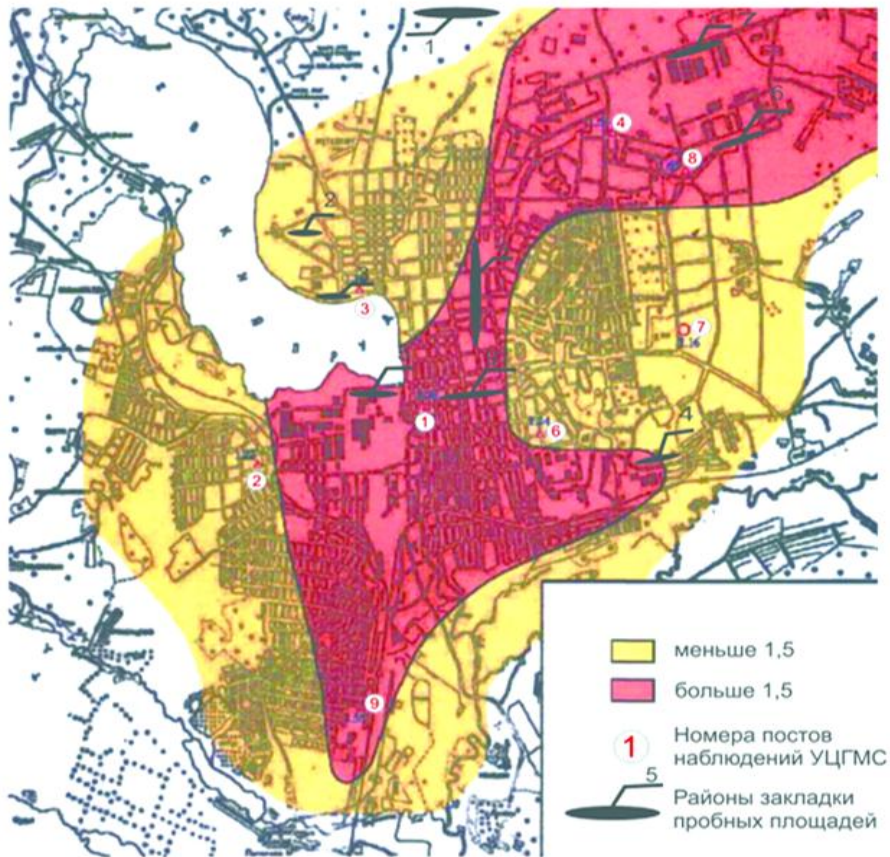
- Выделены два вида грибов эндофитов из корней растений, произрастающих в экстремальных условиях длительного загрязнения.
- Возможность их культивирования вне корней на питательных средах в чашках Петри.

## Изменение способа подготовки и внесения грибного препарата

- Подготовка суспензии гриба (грибов в активной жизнедеятельности).
- Внесение суспензии в грунт в период формирования корневых волосков у растений, что обеспечивает быстрый и максимальный эффект микоризации.



# Растительные объекты для извлечения эндотрофных грибов, мета их произрастания



клен ясенелистный  
(*Acer negundo*);



клен остролистный  
(*Acer platanoides*)

Карта-схема распределения  
среднегодовых значений ИЗА в  
городе Ижевске

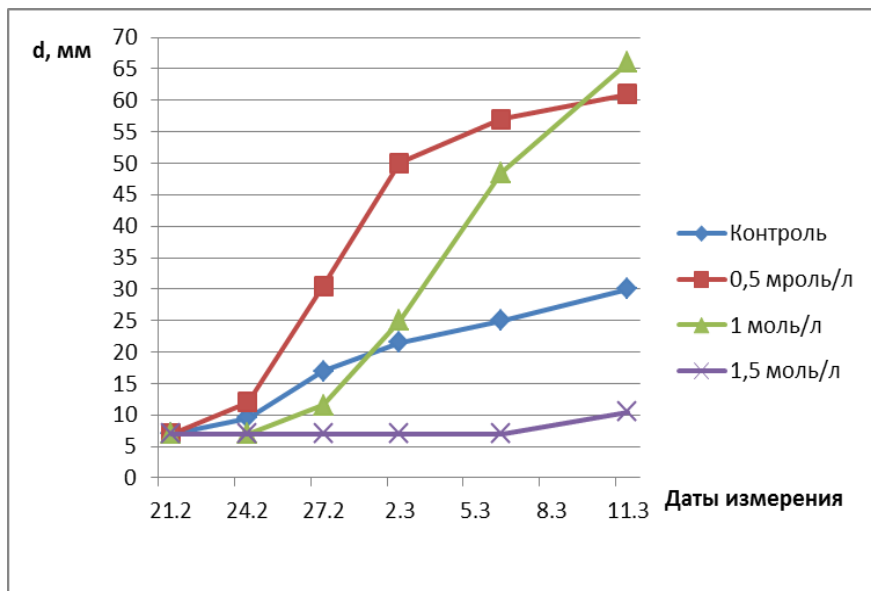
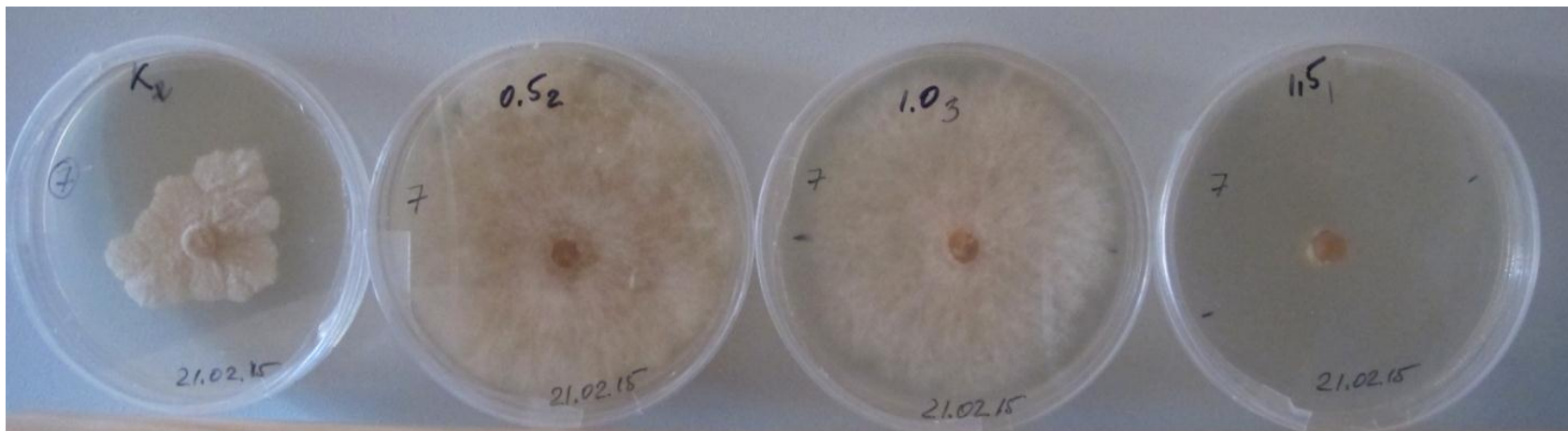


**Leibniz-Institute for Vegetable and Ornamental Crops, Berlin**

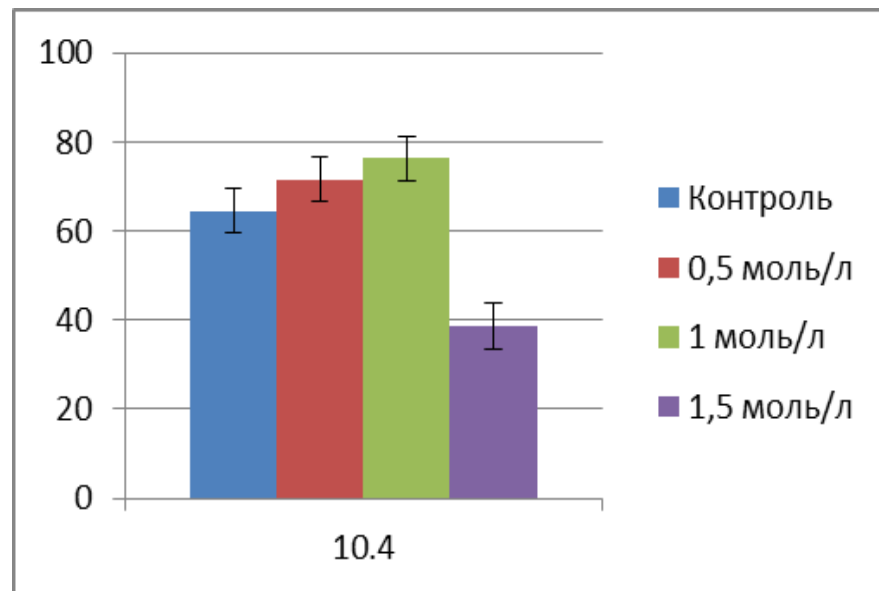


**Лаборатория “Symbiogenics” Университет Вашингтона, Сиэтл**

- Обнаружены и выделены эндотрофные грибы, методами ДНК анализа установлена их систематическая принадлежность, создана и поддерживается коллекция. ДНК анализ проведен в международных лабораториях молекулярной биологии (Германия, США).
- Проведены испытания на устойчивость самих культур грибов и зараженных ими растений.
- Разработан оригинальный способ приготовления и внесения суспензии грибов. Проведены лабораторные и производственные испытания. Оформлено ноу-хау, идет процедура патентования.



Динамика размеров культуры *Fusarium equiseti* на субстратах с разной концентрацией NaCl



Размеры культуры *Fusarium equiseti* (2 месяца после посева), мм

# Созданный нами продукт

**Продукт- культуральная суспензия эндотрофных грибов, используемая в качестве инокулюма растений.**

**Технология изготовления:**

1. Культивирование гриба на питательной твердой среде (чашки Петри).
2. Подготовка суспензии двумя приемами (в связи с целями дальнейшего применения растений): 1. непосредственно из культуры гриба; 2. предварительно гриб культивируется на питательной среде с внесением химических веществ или под влиянием неблагоприятных факторов, к которым требуется устойчивость растений, и затем готовится суспензия из адаптированных популяций грибов.
3. Суспензия - это бульон с активным мицелием культур гриба, готовится в концентрированном виде. Перед применения разбавляется дистиллированной водой в 5-10 раз, перемешивается и вносится в грунт с растением (во время пересадки пикировки растений, во время активного роста корневой системы растений).



# Растения томата, инокулированные суспензией культуры гриба



А

В

С

А — контроль — без внесения суспензии  
В и С — растения с микоризацией, выращиваются на контрольных субстратах

Растения выращиваются в условиях 30 % сокращения внесения азота и фосфора, в условиях 50% сокращения нормы полива).

Фото через 4 недели после пикировки.

# Растения томата, инокулированные суспензией адаптированных культур гриба



**A**

**B**

**C**

**A** — контроль — без внесения суспензии

**B и C** — растения с микоризацией культурами грибов, адаптированными к действию тяжелых металлов (ТМ), выращиваются на субстратах с внесением солей ТМ.

Растения выращиваются в условиях 30% сокращения внесения азота и фосфора, в условиях 50% сокращения нормы полива.

Фото через 4 недели после пикировки.

# Эффекты применения препарата

Показатель	Зарубежные грибные препараты	Предлагаемый нами препарат
Технология культивирования грибов	Сложная (в культуре in vitro)	Средняя (на питательной среде в Чашке Петри)
Время микоризации растений	ю 6 месяцев	2-3 недели
Развитие микоризы в корнях	1 класс	2 класс
Повышение устойчивости растений к действия ТМ к засолению	На 10-15% --- ----	На 30-50% 80% 60%
Снижение потребности: в минеральных элементах (азот и фосфор) в воде	5-10 % 10-15%	20-30% 30-50%
Сроки хранения препарата	До 2 лет	В течение 1 месяца
Стоимость препарата	100 граммов 1500 руб. (рассчитан на 50 растений)	8 000 руб. за 1 литр (разведение в 10 раз и внесение по 25 мл, рассчитан на 400 растений)
Стоимость препарата (на 1 раст.)	30 руб.	20 руб.
Ускорение развития растений и рост урожайности	Не выявлен эффект	20-30%
Прогнозируемая потребность регионального рынка (первые 2-3 года)	-----	Не менее 150 л/год

# Природообустройство и природопользование

## *Применение биопрепаратов в восстановлении нефтезагрязненных земель*

1. Применение микробиологических биопрепаратов в восстановлении почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, в умеренном климата лимитировано температурами почв, показателями кислотности, потребностью в элементах минерального питания, аэрацией и др.
2. Идет поиск агентов для создания консорциумов с бактериями для эффективной работы биопрепарата в широком диапазоне факторов среды. Наиболее перспективны эндотрофные грибы, как наименее зависимые от факторов внешней среды.
3. В нашей лаборатории проведены эксперименты по совместному использованию биопрепарата «Микрозим ПетроТрим» и суспензиальной культуры наших грибов в восстановлении почв с нефтяным загрязнением (при моделировании 5 и 10 % уровня загрязнения почв).
4. Полученные результаты: при 5% загрязнении эффективность действия препарата составила 62%, при совместном использовании с грибами – 86%; при 10 % загрязнении – 55 и 65 % соответственно.



# Потенциальные потребители нашего препарата

Предприятия защищенного грунта



Оранжереи



Лесное хозяйство



Рекультивация и восстановление нарушенных земель



## Отрасли хозяйствования

- Сельскохозяйственное производство (в том числе комбинаты защищенного грунта).
- Оранжерейные комплексы.
- Лесное хозяйство.
- Рекультивация и биоремедиация и рекультивация нарушенных и загрязненных земель.
- Зеленое строительство городов.
- Частные потребители.

## Формы сотрудничества

- Организация малых инновационных предприятий МИП.
- Проведение НИР прикладного характера.
- Коммерциализация биотехнологий.
- Государственно-частное партнерство (ГЧП) в области природообустройства и природопользования.
- Подготовка совместных проектов и грантов.



Бухарина Ирина  
Леонидовна  
Тел. +7 912 756 55 80  
E-mail: buharin@udmlink.ru

***Благодарю за внимание!***