

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
имени Б.В.Всесвятского**

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Низовская средняя общеобразовательная школа»
Муромцевского муниципального района Омской области

**Тема: «Поиск бактерий для биоремедиации и биоиндикации в
сельскохозяйственной почве окрестностей села Низовое»**
Направление «Экологический мониторинг»

Подготовили: Колченко Александр Владимирович ,01.07.2009,
д. Юдинка, ул. Центральная,16/1, обучающийся 10 класса
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Низовская средняя общеобразовательная школа» Муромцевского
муниципального района Омской области

Руководитель: Андреева Людмила Николаевна, учитель
биологии
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Низовская средняя общеобразовательная школа» Муромцевского
муниципального района Омской области,
Омская область, Муромцевский район,
с. Низовое, ул. Обелисковая, 3

Содержание

Введение.....	3
I. Обзор литературы.....	4
II. Экспериментальная часть.....	5
II.1. Отбор почвенных образцов.....	6
II.2. Подготовка почвы для анализа	6
II.3. Определение механического состава почвы.....	6
II.4. Определение кислотности среды почвенной вытяжки	6
II.5. Определение почвенного дыхания.....	7
II.6. Определение содержания органических веществ.....	8
II.7. Приготовление первичной среды.....	8
II.8. Подготовка почвенной суспензии и посев на чашки Петри..	8
II.9. Приготовление скрининговых сред и пересев.....	9
II.10. Наблюдение за колониями	10
II.11. Исследование на селективность действия штаммов.....	11
Заключение.....	13
Используемая литература.....	14
Приложение 1.....	15
Приложение 2.....	25

Введение

Биоремедиация и биоиндикация представляют собой стратегически важные междисциплинарные области, объединяющие достижения микробиологии, экологии, биотехнологии и инженерии для решения актуальных экологических проблем России и мира. В условиях возрастающего экологического давления и появления новых классов загрязнителей систематический поиск микроорганизмов с уникальными метаболическими способностями становится критически важным для обеспечения экологической безопасности и технологической независимости.

Как биоиндикатор, микробное сообщество является самым чутким показателем почвенно-химических условий, способное дать интегральную оценку состояния почвенного покрова и экосистемы в целом.

Каждый выделенный и охарактеризованный микроорганизм не только расширяет научное понимание биоремедиационного потенциала микробного мира, но и может стать основой для разработки инновационных российских технологий в области экологической биотехнологии. Активность микроорганизмов в процессе биоремедиации может служить биоиндикатором состояния почвы, так как большинство различных загрязнений разлагаются в почве преимущественно биологическим путём.

В условиях глобальных климатических изменений и появления новых экологических вызовов продолжение поиска новых биологических агентов является научной необходимостью.

Интенсивная эксплуатация сельскохозяйственных земель сопровождается постоянным внесением минеральных удобрений, пестицидов, но многолетнее применение ведет к снижению качества продукции растениеводства, загрязнению окружающей среды, нарушению естественных механизмов восстановления почв. Поэтому в настоящее время вместо минеральных удобрений создают микробные препараты. В отличие от минеральных удобрений, они имеют ряд преимуществ: не загрязняют окружающую среду, безвредны для человека и животных, так как представляют собой штаммы естественных почвенных микроорганизмов.

Место, где был произведен сбор почвенных образцов, поля после многолетнего интенсивного земледелия в окрестностях с. Низовое, Муромцевского района, Омской области.

Для исследования мы выбрали поля засеянные: пшеницей и льном.

Актуальность темы обусловлена тем, что современная цивилизация ежегодно производит более 300 миллионов тонн опасных отходов, включая нефтепродукты, тяжелые металлы, синтетические органические соединения и промышленные химикаты. Традиционные физико-химические методы ремедиации характеризуются высокой энергоемкостью, значительными экономическими затратами и риском образования вторичных загрязнений.

Биоремедиация, основанная на использовании живых организмов для деградации загрязняющих веществ, представляет собой перспективную

альтернативу. Микроорганизмы, обладающие специфическими ферментативными системами, способны:

1. **Экологический фактор** : Массовое загрязнение почв агрохимикатами ведет к потере плодородия и деградации почвы.
2. **Социальный факто**: Технология обеспечивает производство безопасной продукции и снижает риски для здоровья населения, накапливая яды из почвы.
3. **Экономический фактор** : Биомедиация – это дешевая и эффективная альтернатива дорогостоящим химическим и физическим методам очистки, позволяющая вернуть земли в сельскохозяйственный оборот.

Исследование проводилось с августа по октябрь 2025 года.

Проблема: Накопление агрохимикатов в почве после длительного применения.

Цель исследования: Найти бактерии влияющие на биологическую активность почвы для оценки загрязнения сельскохозяйственных земель.

Задачи:

1. Отбор и посев образцов почвы на первичную среду
2. Скрининг колоний в 5 планшетах: ПАВ, ПАУ, гербициды, металлы, лакказы
3. Наблюдение в течение 7-10 дней
4. Фиксация результатов по стандартной шкале (+, ++, +++)
5. Отбор лучших штаммов для дальнейших исследований
7. Проведение сравнительного анализа (проверка гипотезы).

Объект исследования: почва ежегодно возделываемых полей, на которой посажены культурные растения (пшеница, лен)

Предмет исследования: бактерии для деградации загрязняющих веществ.

Гипотеза исследования: в антропогенно изменённых ландшафтах, загрязнённых агрохимикатами, присутствуют перспективные штаммы микроорганизмов для биоремедиации и биоиндикации почв.

I. Обзор литературы

Биомониторинг, как составная часть экологического мониторинга, представляет собой слежение за состоянием окружающей среды по биологическим показателям. К основным видам биомониторинга относятся биотестирование, биоиндикация, биоремедиация [1, с.222]

Биоиндикация – это оценка состояния среды с помощью живых объектов.

Биоремедиация загрязнённых почв — это процесс очистки загрязнённых территорий с помощью природных организмов, которые расщепляют и нейтрализуют вредные вещества. В качестве таких организмов могут выступать растения, бактерии, грибы [2, с.173-184].

Принцип действия: микроорганизмы, которые питаются загрязнителями, в результате своей жизнедеятельности преобразуют эти вещества в безопасные соединения (углекислый газ, воду). Такой способ очистки не происходит мгновенно, требует постоянного контроля и может занять много времени — от нескольких недель до нескольких лет [3, с.192].

Биоремедиация почв, загрязнённых пестицидами, — метод очистки с использованием микроорганизмов, которые разрушают или преобразуют загрязняющие вещества [4, с.215]. Этот метод позволяет снизить концентрацию пестицидов в почве и предотвратить их негативное воздействие на окружающую среду.

Основной принцип биоремедиации — стимулирование или введение микроорганизмов, способных разрушать или изменять химическую структуру загрязнителей.

ПАВ-продуценты (поверхностно-активные вещества)

Микроорганизмы данной группы синтезируют биосурфактанты - природные эмульгаторы, способные разрушать гидрофобные загрязнения.

ПАУ-деструкторы (полициклические ароматические углеводороды)

Эта группа микроорганизмов обладает специализированными ферментативными системами для расщепления стойких ароматических соединений.

Гербицид-деструкторы

Микроорганизмы этой категории специализируются на деградации синтетических пестицидов и гербицидов. [5, с.3-5].

Металлоустойчивые микроорганизмы

Данная группа бактерий выработала специфические механизмы детоксикации тяжелых металлов

Лакказа-продуценты

Микроорганизмы этой группы секретируют лакказы - медьсодержащие оксидазы широкого спектра действия, способные окислять разнообразные ароматические и фенольные соединения. [6, с.346].

II. Экспериментальная часть

В рамках масштабного проекта «Гражданская наука и генетические технологии для сельского хозяйства», учащиеся нашей школы на базе центра "Точка роста" провели поиск экстремофильных микроорганизмов, представляющих максимальную научную и коммерческую ценность. Отобранные нами штаммы мы передали в ведущие исследовательские центры для дальнейшей характеристики и потенциального практического применения, что обеспечивает прямую связь между учебно-исследовательской деятельностью и решением актуальных экологических задач (Рис.1).

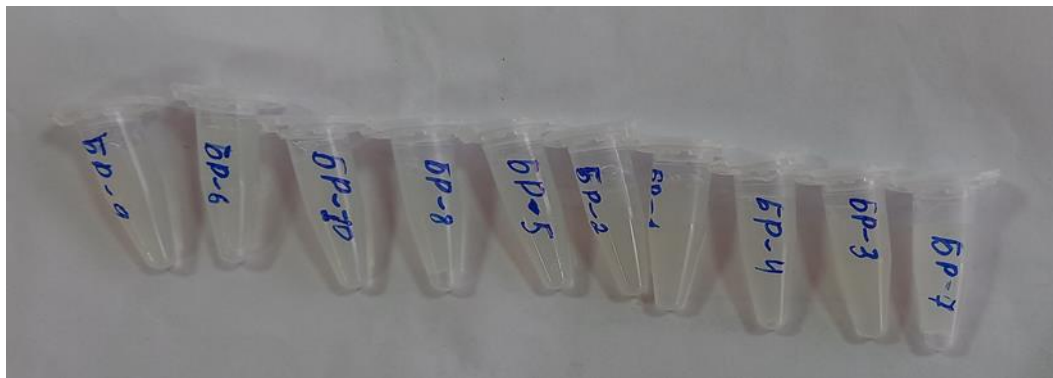


Рис.1. Отобранные штаммы микроорганизмов

Данный проект предоставляет уникальную возможность внести вклад в развитие российской биотехнологической отрасли, используя стандартизированную методологию скрининга при работе с реальными экологическими проблемами нашего региона.

Весь эксперимент выполнялся с применением профессионального набора (прил. 1, рис.1) для поиска микроорганизмов для биоремедиации в соответствии с методическими рекомендациями и цифровой лабораторией Releon оборудования Точки Роста (прил. 1, рис.2)

II.1. Отбор почвенных образцов

Образцы почвы отбирались из поверхностных почвенных разрезов (прил. 1, рис. 3,4). Глубина: 5-15 см (максимальная микробная активность).

Для исследования мы выбрали поля засеянные: пшеницей, льном (краевые части полей, места разворота техники (повышенная концентрация). постоянное применение гербицидов)

- 2 точки по 3 полевые повторности (образцы с разной степенью загрязнения (сильное, среднее, слабое).

- 2 точки контроль ("чистая" почва поблизости для сравнения) (прил. 1, рис. 5)

II.2. Подготовка почвы для анализа

Образцы почвы были высушены, также были убраны крупные остатки растительности, камни, мусор.

II.3. Определение механического состава почвы

Определили механический состав почвы. Образцы 1,2,3,4 соответствуют тяжелому суглинку, образцы 5,6,7,8,— среднесуглинистые (прил.1, рис.6, таб. 1), (прил.2, таб. 2).

II.4. Определение кислотности среды почвенной вытяжки

Водородный показатель (рН) среды является важной химической характеристикой, от которой зависит биоразнообразие населяющей ее организмов. Простейшим способом измерения рН является использование индикаторной бумаги, с помощью которой мы проводили пробу.

Для определения кислотности почвы первым делом засыпали небольшое количество почвы в колбы. С помощью пипетки Пастера, добавили немного воды к почве и все это тщательно перемещали. Дали данной консистенции настояться примерно 10 до 20 минут и опустили туда индикаторы. После полного высыхания индикаторов, определили, что среда каждого раствора нейтральна, а соответственно и рН почвы тоже нейтральна. (прил.1, рис.7)

II.5. Определение почвенного дыхания

Почвенное дыхание (эмиссию углекислого газа) определяют на сельскохозяйственных землях, чтобы оценить интенсивность газообмена между почвой и атмосферой, микробиологическую активность почвы и скорость минерализации почвенного органического вещества.

Взяли 3 одинаковые банки объемом 0,5 мл, промаркировали. Влажную почву массой навески 150 г поместили в банки 2 и 3. Пронумеровали 3 емкости для титрования. С помощью пипетки Пастера на 5 мл перенесли в каждую емкость для титрования по 10 мл раствора NaOH 0,1 М;

Поставили открытые емкости для титрования 2 и 3 с раствором NaOH на поверхность почвы в соответствующих банках на 0,5л №2 и №3.

Открытую емкость для титрования №1 с раствором NaOH поместили на дно пустой емкости на 0,5л (контрольный).

Закрыли банки крышками и оставили на сутки при комнатной температуре (Рис.2).



Рис.2. Определение почвенного дыхания

Из банки №1 вынули емкость с раствором NaOH 0,1 М. Добавили в раствор 1 каплю раствора фенолфталеина, раствор NaOH приобрел малиновую окраску.

Разместили емкость для титрования на белой бумаге и, считая количество капель и перемешивая содержимое емкости вращательными движениями, добавляли в емкость для титрования соляную кислоту из капельницы до полного обесцвечивания раствора. С банками 2 и 3 проделали тоже. Затем провели расчеты (прил.1, рис 8, таб. 2).

II.6. Определение содержания органических веществ

В стеклянных флаконах взвесили 1 г сухой почвы. Навеску почвы залили 10 мл раствора горячей соды, закрыли крышкой, взболтали. Оставили флаконы с почвой и раствором соды на 24 часа при комнатной температуре: в первые 12 часов флаконы перемешали 3 раза, в последние 12 часов ничего не делали.

Через 24 часа перелили небольшую часть полученного раствора из флакона в крышку от этого флакона. Сравнили растворы в крышечках флаконов со шкалой (рис.3).



Рис.3. Содержание органических веществ

Результаты внесли в таблицу (прил.1, таб. 3)

II.7. Приготовление первичной среды

Приготовление разбавленной LB-среды (200 мл).

Взяли термостойкий стакан на 500 мл . Отмерили и высыпали в стакан: триптон (из пакета "Первичный скрининг") – 0,4 г, дрожжевой экстракт – 0,2 г, NaCl – 0,4 г, Агар - 3 г, добавили 200 мл дистиллированной воды .Перемешали до однородной взвеси , поместили в микроволновку. Нагревали. порциями по 30 секунд .до полного растворения. Охладили до 50-60°C. Добавили 2 мл клотримазола из флакона-капельницы и перемешали. Разлили по чашкам Петри по 20 мл в каждую .Использовали 10 чашек. Прикрыли крышками и оставили застыть (30 минут) (прил.1, рис.9).

II.8. Подготовка почвенной суспензии и посев на чашки Петри

Взвесили 1 г почвы . Возяли флакон 50 мл с дистиллированной водой и добавили почвы (1 г) во флакон . Плотно закрыли крышкой . Трясли активно 2 минуты (как коктейль в шейкере) ,затем поставили на стол и ждали 5 минут. Взяли пипетку Пастера , набрали 1 мл суспензии (избегали крупных частиц на дне) далее капнули на поверхность агара в чашке Петри. Возяли ватную палочку и равномерно размазали суспензию по всей поверхности (как масло на хлеб) и так повторили для всех чашек (прил.1, рис.10). Чашки перевернули вверх дном. Поместили чашки в пакет, оставив его слегка приоткрытым для

доступа воздуха и поставили в темное место при комнатной температуре (20-25°C).

Наблюдали в течении 3-х дней. Ежедневно проверяли появление колоний (круглые точки разного цвета и размера), фотографировали каждый день. На 3-й день мы увидели: маленькие белые точки (молодые колонии); желтые, розовые пятна (пигментированные бактерии); слизистые блестящие колонии - интересные кандидаты (рис.4). Колонии рассмотрели цифровым микроскопом при x400 (прил.1, рис.11).

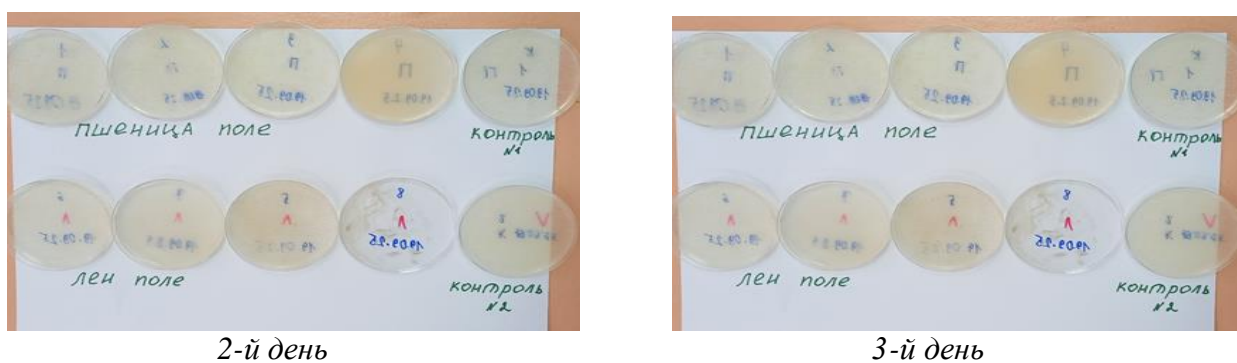


Рис.4. Посев на чашки Петри

II.9. Приготовление скрининговых сред и пересев

Приготовили скрининговые планшеты для сред (прил.1, рис.12) :

- СРЕДА №1: Поиск ПАВ-продуцентов

ПАВ-продуценты (поверхностно-активные вещества) Микроорганизмы данной группы синтезируют биосурфактанты - природные эмульгаторы, способные разрушать гидрофобные загрязнения. Эти бактерии секретируют липопептиды, гликолипиды и другие амфифильные соединения, которые снижают поверхностное натяжение и облегчают биодоступность нефтепродуктов для дальнейшей деградациии.

- СРЕДА №2: Поиск ПАУ-деструкторов

Эта группа микроорганизмов обладает специализированными ферментативными системами для расщепления стойких ароматических соединений. ПАУ-деструкторы используют диоксигеназы и монооксигеназы для окислительного расщепления бензольных колец, постепенно деградируя сложные молекулы до простых органических кислот и углекислого газа.

- СРЕДА №3: Поиск гербицид-деструкторов

Микроорганизмы этой категории специализируются на деградации синтетических пестицидов и гербицидов. Они обладают ферментативными системами, способными расщеплять фосфорорганические соединения, хлорорганические пестициды, триазины и глифосат. Эти штаммы критически важны для восстановления сельскохозяйственных земель после интенсивного применения пестицидов и для очистки стоков агрохимических предприятий.

- СРЕДА №4: Поиск металлоустойчивых бактерий

Данная группа бактерий выработала специфические механизмы детоксикации тяжелых металлов: активное выведение ионов из клетки, внутриклеточное связывание металлотионеинами, осаждение в виде нерастворимых соединений и биоаккумуляцию в специализированных клеточных компартментах.

- СРЕДА №5: Поиск лакказы-продуцентов

Микроорганизмы этой группы секретируют лакказы - медьсодержащие оксидазы широкого спектра действия, способные окислять разнообразные ароматические и фенольные соединения. Лакказы катализируют одноэлектронное окисление субстратов с образованием свободных радикалов, которые затем подвергаются спонтанным реакциям полимеризации или деградации.

Внимательно рассмотрели чашки Петри и выбрали разнообразные колонии: разного размера (большие и маленькие); разного цвета (белые, желтые, розовые); разной текстуры (гладкие, шероховатые, слизистые); отдельно стоящие (не сросшиеся с соседними). Пронумеровали выбранные колонии на дне чашки: 1, 2, 3... 4. Рассчитали так, чтобы суммарно мы смогли засеять 23 колонии со всех чашек Петри на все активности.

Для пересева каждой колонии использовали НОВУЮ зубочистку. Аккуратно протыкали колонии (не разрушайте полностью!) и переносили в лунки всех 5 планшетов, слегка протыкая среду в каждой лунке (1-2 мм глубиной). Лунки 24 оставили чистыми, они будут контролем для сравнения изменения цвета

II.10. Наблюдение за колониями

В течении 5-ти дней вели наблюдение за колониями (прил.1, рис.13.14,15,16).

Что проверяли каждый день:

Планшет №1 (ПАВ-продуценты):

- ✓ Положительный результат: Красное масло эмульгируется (распределяется мелкими каплями), среда мутнеет

- ✗ Отрицательный: Масло остается отдельными крупными каплями

Планшет №2 (ПАУ-деструкторы):

- ✓ Положительный результат: Активный рост колоний + растворение кристаллов нафталина

- ✗ Отрицательный: Слабый рост или рост без изменения нафталина

Планшет №3 (Гербицид-деструкторы):

- ✓ Положительный результат: Изменение цвета среды с синего на желтый

- ✗ Отрицательный: Среда остается синей

Планшет №4 (Металлоустойчивые):

- ✓ Положительный результат: Нормальный рост колоний, красное окрашивание (от ТТХ) или желтое окрашивание среды в случае с бромтимоловым синим

- ✗ Отрицательный: Слабый рост или отсутствие окрашивания Планшет №5 (Лакказа-продуценты):
- ✓ Положительный результат: Коричневые/темные зоны вокруг колоний

- ✗ Отрицательный: Среда остается светло-коричневой

Подсчитали положительные результаты для каждого теста, результаты занесли в **таблицу 1**. Нашли "чемпионов" - колонии с множественными активностями. Сфотографировали все планшеты для отчета.

Таблица 1. Итоги прорастания бактерий.

Код штамма	Исходная колония	ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ				
		ПАВ	ПАУ	Гербициды	Металлы	Лакказы
БР-1	№ 1	+++	+	+++	+++	+++
БР-2	№ 2	+++	+	+++	+++	+++
БР-3	№ 3	+++	+	+++	+++	++
БР-4	№ 4	+++	+	+++	+++	+++
БР-5	№ 5	+++	+	+++	+++	+++
БР-6	№ 6	+++	+	+++	+++	+++
БР-7	№ 7	+++	+	+++	+++	+++
БР-8	№ 8	+++	+	+++	+++	+++
БР-9	№ 9	+++	+	+++	+++	+++
БР-10	№ 10	+++	+	+++	+++	+++

Обозначения:

+ = слабая активность

++ = умеренная активность

+++ = сильная активность

II.11. Исследование на селективность действия штаммов

Приготовили чашки Петри с обычной LB-средой (по одной на каждый тестируемый штамм). Выбрали "полезные" почвенные бактерии из первичного посева (колонии, которые НЕ растут на гербицидах). Далее применили метод "креста" для оценки антагонистической активности:

В центре чашки провели **прямую линию** исследуемым гербицид-деструктором (от края до края). Дали подсохнуть 10-15 минут. **Перпендикулярно** центральной линии провели 3-4 **поперечные линии** разными "полезными" штаммами. Каждая поперечная линия должна пересекать центральную линию. Инкубировали при комнатной температуре 48-72 часа.

Все поперечные линии доходят до центральной и пересекают ее (нет подавления), что является хорошим результатом, так как селективные штаммы не будут создавать зон подавления вокруг центральной линии (Рис.5).

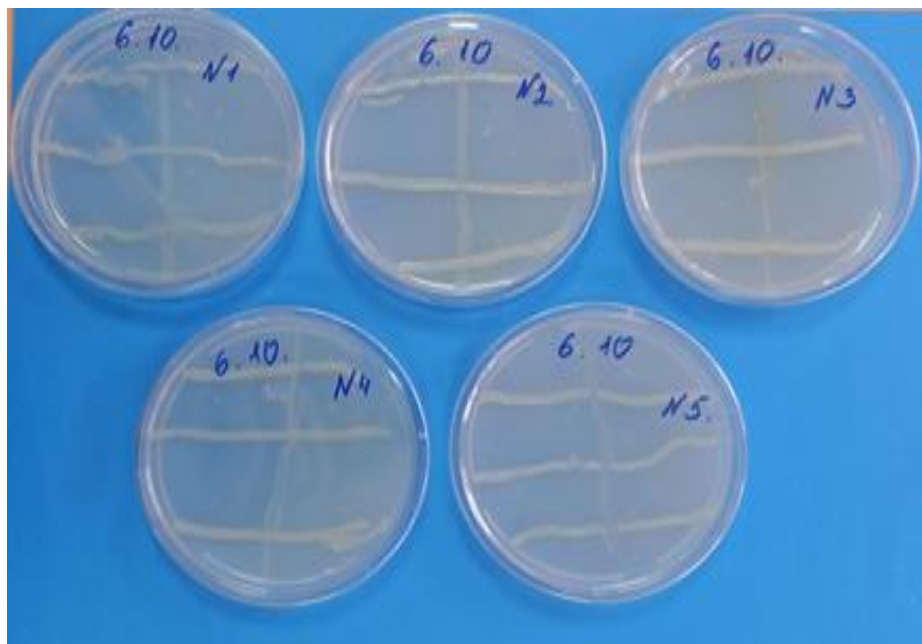


Рис.5. Селективность действия штаммов.

Заключение

Результаты исследования

Проведена оценка почв на двух разных участках, поля засеянные пшеницей и льном. В результате проведения данной работы мы решили, поставленные перед собой, задачи.

Провели скрининг и выделение колоний микроорганизмов в 5 разных средах: ПАВ-продуцентов, ПАУ-деструкторов, гербицид-деструкторов, металлоустойчивых бактерий, лакказы-продуцентов. Выявили пять ключевых групп микроорганизмов, каждая из которых обладает специфическими способностями к деградации определенных классов загрязняющих веществ.. Положительный результат с сильной активностью показали колонии : ПАВ-продуценты, гербицид-деструкторы, металлоустойчивые бактерии, лакказы-продуценты, а ПАУ-деструкторы- отрицательный результат и слабую активность.

Активность этих микроорганизмов не только играет ведущую роль в биодegradации загрязняющих почву веществ, но и является надежным и чувствительным индикатором загрязнения, что позволяет оценить уровень загрязнения и состояние почвенной экосистемы до, после и в процессе ее восстановления, и способствует разработке мер по реабилитации загрязненных экосистем. Исследование на селективность действия штаммов показало, что найденные штаммы не вредят полезной микрофлоре.

Наша гипотеза подтвердилась, в антропогенно изменённых ландшафтах, загрязненных агрохимикатами, присутствуют перспективные штаммы микроорганизмов для биоремедиации и индикации почв. Найденны "чемпионы" - колонии с множественными активностями.

Мы считаем, что исследованная почва пригодна для выращивания сельскохозяйственных растений, т.к. микроорганизмы, выявленные в ходе анализа, свидетельствуют о протекании в этой почве благоприятных для развития растений процессов. Отобранные нами штаммы мы отправили в ведущие исследовательские центры для дальнейшей характеристики и потенциального практического применения, что обеспечивает прямую связь между учебно-исследовательской деятельностью и решением актуальных экологических задач.

В дальнейшем мы продолжим исследование почв нашей малой Родины с помощью микроорганизмов . Планируем провести исследования :

- на скорость деградации гербицидов, чтобы определить , как быстро штаммы разлагают гербициды;
- на безопасность для сельхозкультур, чтобы проверить влияние штаммов на прорастание и рост культурных растений.

Используемая литература

1. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв / Н.Д. Ананьева. М.: Наука, 2003. - 222 с.
2. Ананьева Н.Д. Развитие фундаментальных идей В.А. Ковды в почвенной микробиологии / Н.Д. Ананьева, Е.А. Сусьян / Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. М.: Наука, 2006. - С. 173-184.
3. Андреюк Е.И. Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование / Е.И. Андреюк, Г.А. Путинская, А.Н. Дульгеров. Киев.: Наукова думка, 1988.- 192 с.
4. Биологическая активность почвы в условиях антропогенного воздействия / В.П. Стефурак, А.С. Усатая, Н.И. Фрунзе, Э.А. Катрук. Кишинев: Штиинца, 1990. - 215 с.
5. Авдеева К.С. Экологическая роль пестицидов // Сетевой научный журнал ОрелГАУ. 2015. № 1 (4). С. 3-7.
6. Середина В.П. Загрязнение почв: учебное пособие. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. 346 с.

Интернет источники

<https://agroportalziz.ru/articles/zagryaznenie-pochvy-pesticidami-i-puti-egopreodoleniya>

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03601234.2023.2281197>

<https://втораяиндустриализация.рф/biopreparaty-i-dlya-ochistki/#Pesticidyobratnaya-storona>

<https://sadovniki.org/pesticidyklassifikacija-po-grupпам-naznachenija/>



Рис.1. Набор «Поиск микроорганизмов для биоремедиации и биоиндикации»



Рис.2. Цифровая лаборатория Releon



Рис.3. Отбор почвенных образцов (поле засеянное льном)



Рис.4. Отбор почвенных образцов (поле засеянное пшеницей)



Рис.5. Отбор почвенных образцов (контроль)

Таблица 1. Механический состав почвы.

№ точки	Место забора	Тип почвы
1	Поле пшеница	Тяжелый суглинок
2	Поле пшеница	Тяжелый суглинок
3	Поле пшеница	Тяжелый суглинок
4	Контроль 1	Тяжелый суглинок
5	Поле лен	Средний суглинок
6	Поле лен	Средний суглинок
7	Поле лен	Средний суглинок
8	Контроль 2	Средний суглинок



Рис.6. Определение механического состава почвы

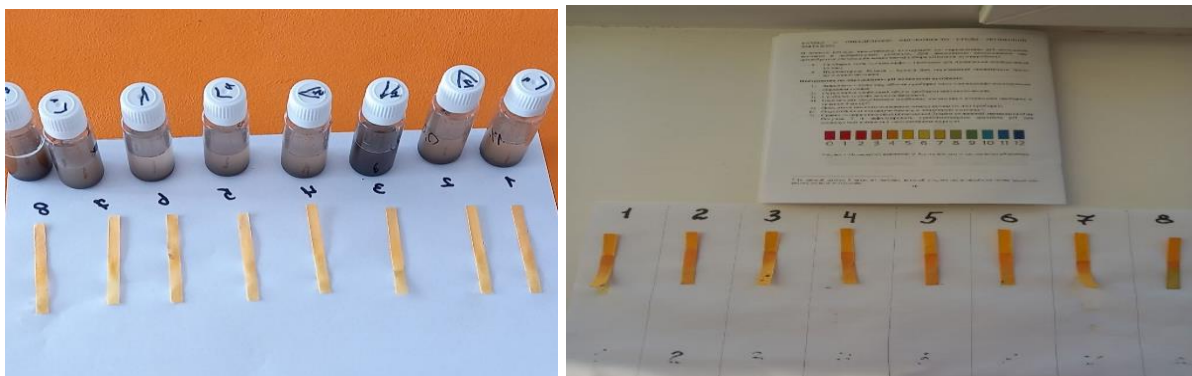


Рис. 7. Определение pH почвенных вытяжек

Таблица 2. Результаты расчетов почвенного дыхания

№ точки	Место забора	Количество CO ₂
1	Пашня пшеница	3,08 мг/100г
2	Пашня пшеница	3,33 мг/100г
3	Пашня пшеница	3,33 мг/100г
4	Контроль 1	3,33 мг/100г
5	Пашня лен	3,08 мг/100г
6	Пашня лен	3,33 мг/100г
7	Пашня лен	3,33 мг/100г
8	Контроль 2	3,08 мг/100г



Рис.8. Определение почвенного дыхания

Таблица 3. Результаты содержания органики

Место отбора проб	Количество органических веществ	
	Сода 2%	Сода 5%
Поле пшеница	1600	2200
Контроль 1	1000	2000
Поле лен	1600	2200
Контроль 2	1000	2000



Рис. 9. Приготовление первичной среды.



Рис. 10. Подготовка почвенной суспензии.

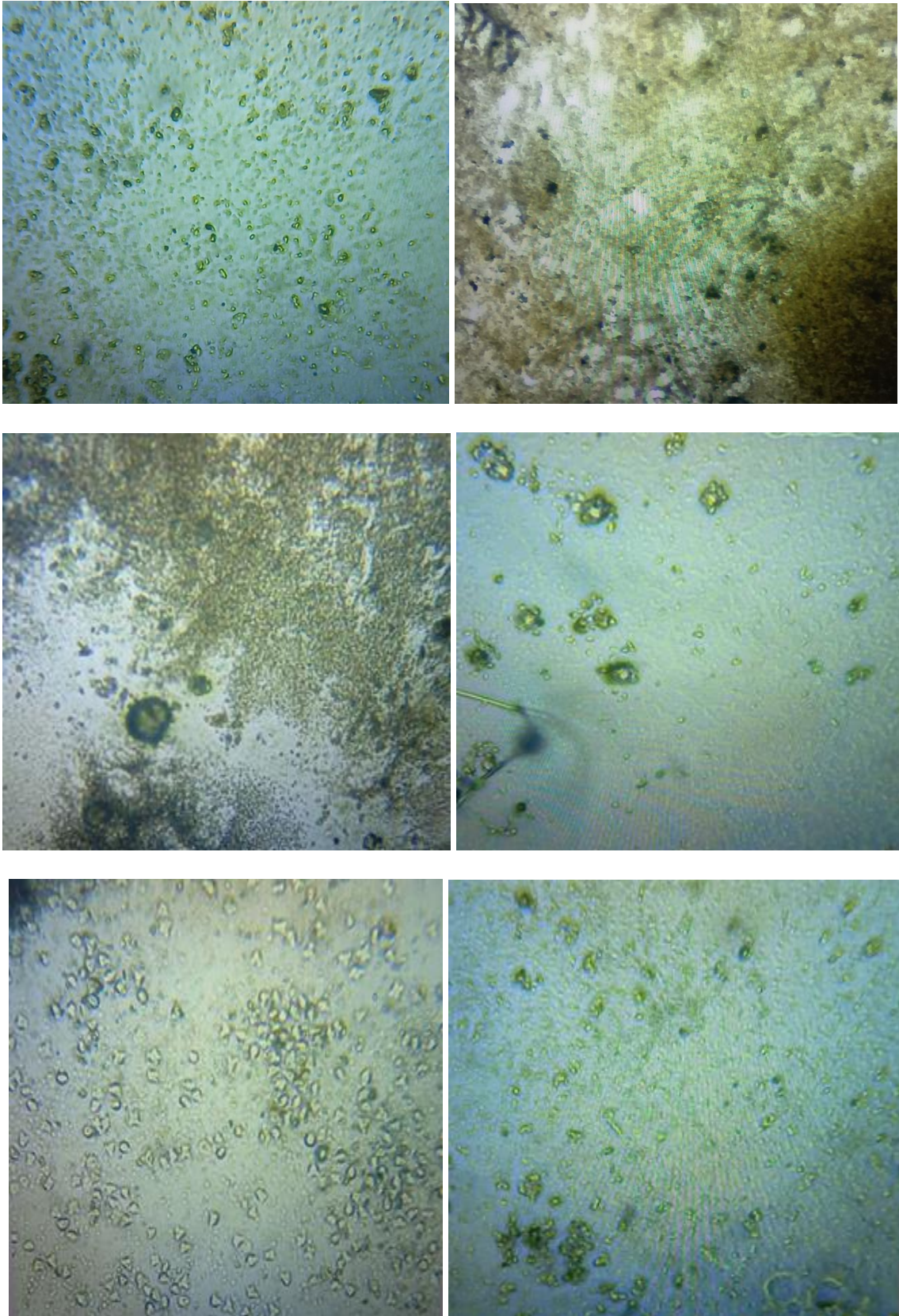


Рис.11. Снимки колоний микроорганизмов при x400.



Рис.12. Приготовление скрининговых сред и пересев.

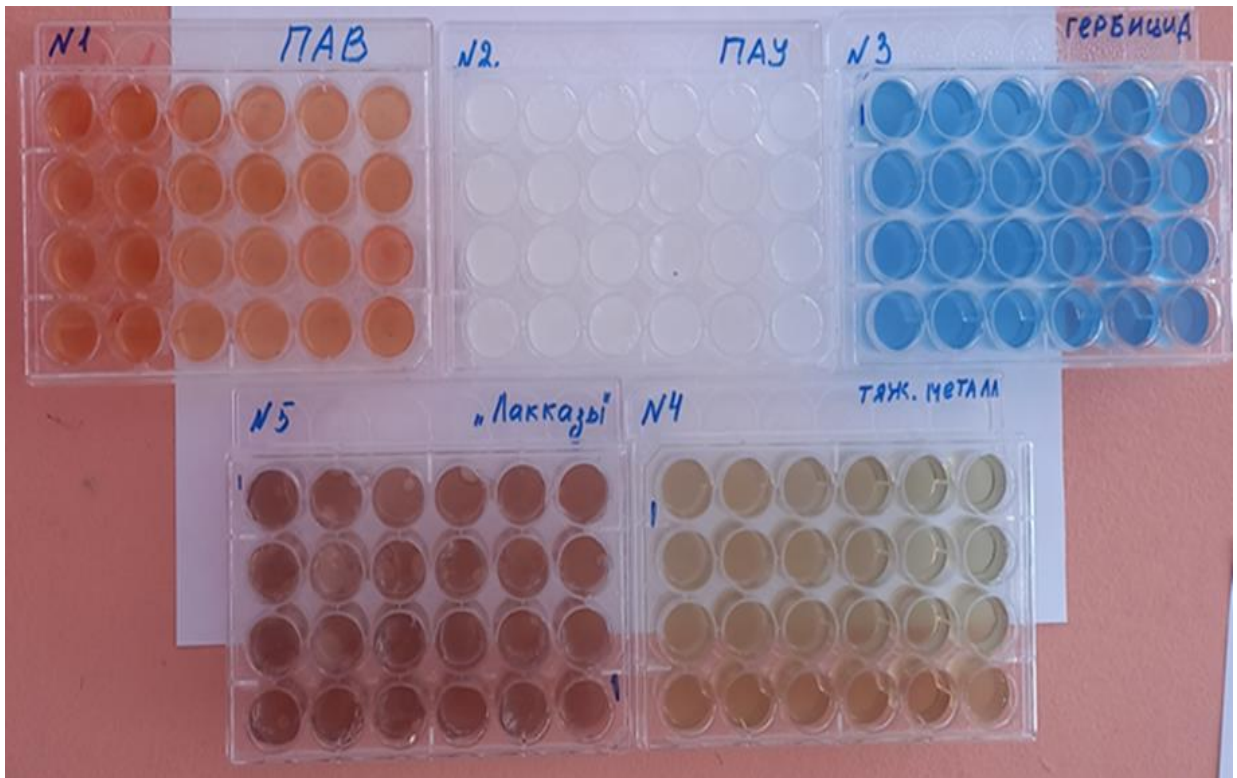


Рис.13. Наблюдение за колониями 1-й день.



Рис.14. Наблюдение за колониями 2-й день.

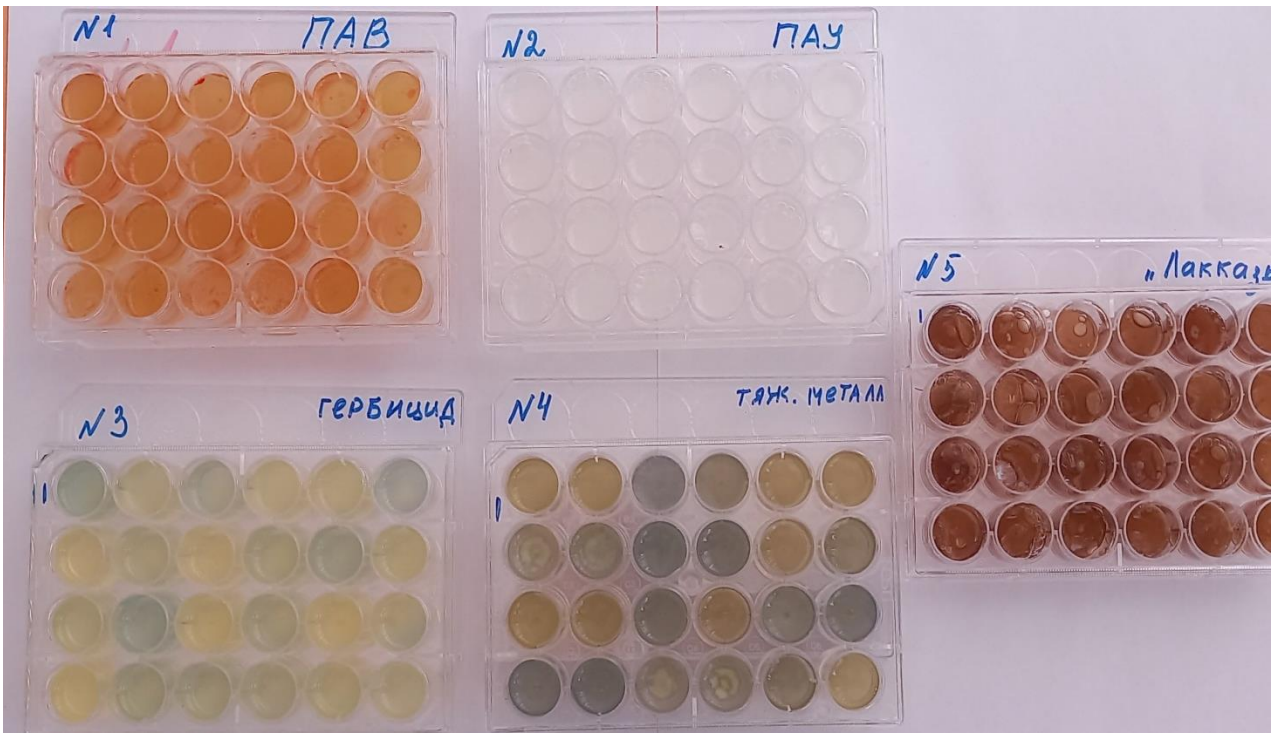


Рис.15. Наблюдение за колониями 3-й и 4-й день.

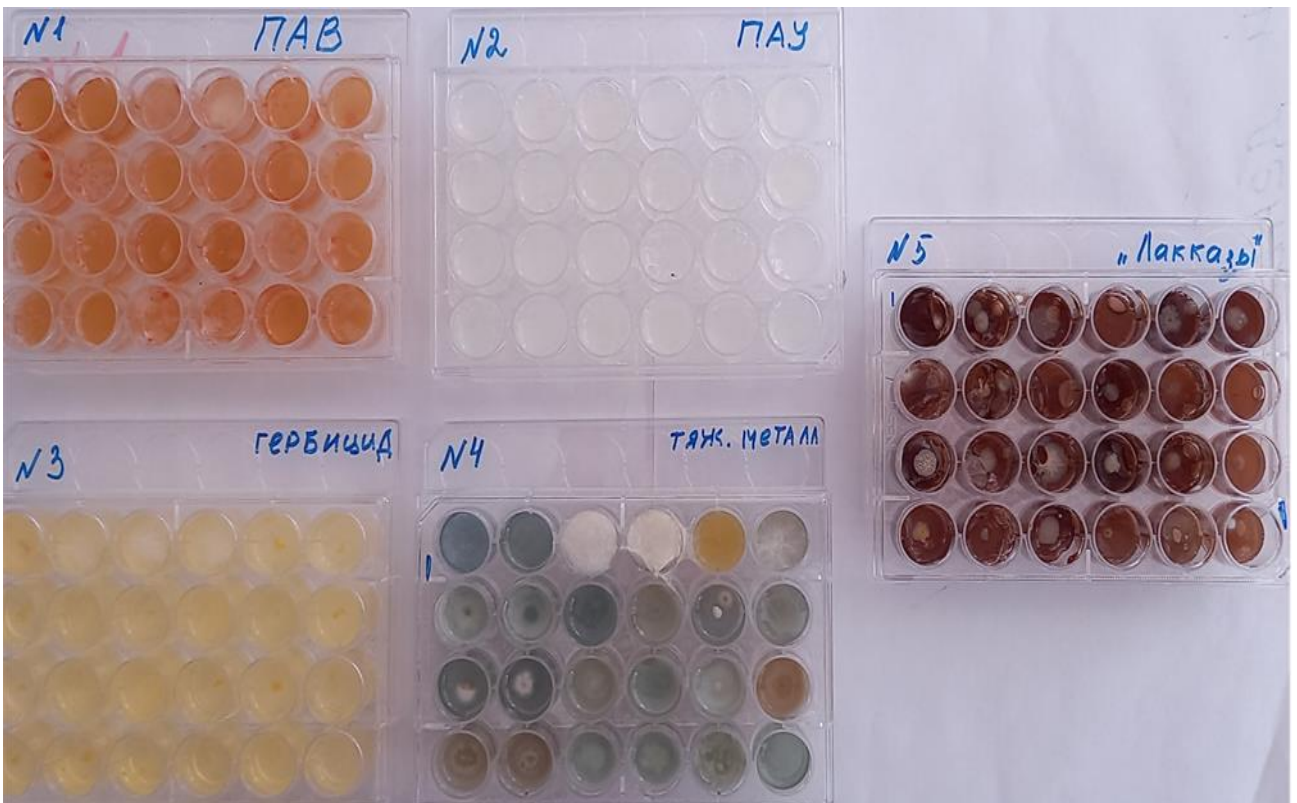


Рис.16. Наблюдение за колониями 5-й день.

Приложение 2

**Таблица 1 .Приемы определения механического состава почвы
полевым методом**

<i>Механический состав</i>	<i>В сухом состоянии</i>	<i>При скатывании – (во влажном)</i>
Песчаный	Рассыпается на отдельные частички	Шарика не образует
Супесчаный	Ссыхается в непрочные комки, распадающиеся при легком прикосновении	Образует шарик и зачатки шнура
Легкосуглинистый	Комочек почвы распадается при небольшом усилии	Образует шарик и шнур, но при взятии его в руки он распадается на мелкие части
Среднесуглинистый	Комочек почвы раздавливается с трудом	Образует шарик, шнур, но при сгибе в кольцо ломается
Тяжелосуглинистый	Комочек не раздавливается	Раскатывается в шнур, сгибается в кольцо, но с трещинами по периферии
Глинистый	Комочек не раздавливается	Легко раскатывается в шнур Из теста глинистых почв можно формировать любые фигуры без образования трещин на изгибах