

муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение "Средняя общеобразовательная школа № 15" Еманжелинского муниципального района Челябинской области

## **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

**Номинация:** «Экологический мониторинг»

**На тему:** «Биоиндикация почв окрестностей поселка Зауральский»

**Авторы работы:**  
Бутько Анастасия  
Панченкова София  
7б класс

**Научный руководитель:**  
Учитель биологии: Калашникова С.В.

Еманжелинск 2023г.

## Содержание

Введение.....	3
1. 1. Химический состав и загрязнение почв.....	4
1.2. Значение биоиндикации.....	5
1.3. Краткий обзор методов биоиндикации.....	7
2.Основная часть .....	9
2.1 Исследование физико-химических свойств исследуемых проб почв.....	9
2.2 Тестирование образцов с помощью растения индикатора загрязнения(Кресс-салат).....	10
Заключение .....	12
Список литературы.....	15

## **I. ВВЕДЕНИЕ.**

**ЦЕЛЬ:** исследовать образцы почв окрестностей поселка Зауральский на уровень загрязнения.

### **ЗАДАЧИ:**

- 1) Взять пробы почв для анализа.
- 2) Провести физико-химический анализ образцов.
- 3) Определить уровень загрязнённости почв с помощью растения индикатора.
- 4) Присвоить уровень загрязнения образцам почв.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ:**

Почва –это обязательный компонент любого биогеоценоза, от которого зависит его состояние, жизнеспособность и эффективность протекающих процессов. Поселок находится на территории вокруг которой и на ней располагаются крупные добывающие и производственные предприятия. Большая часть населения поселка занимается выращиванием сельхозпродукции и беспокоится за ее качество и состав.

**ГИПОТЕЗА:** Предполагаем, что уровень загрязнения почв будет зависеть от удаленности от крупных промышленных предприятий, расположенных на территории поселка и в его окрестностях, в частности от Березняковского золоторудного месторождения.

**Предмет исследования:** загрязненность почвенных образцов.

## **1.1. Химический состав и загрязнение почв.**

Почва для людей, занимающихся выращиванием культурных растений и сельхоз животных является залогом их благополучия и здоровья. Поэтому у них огромное беспокойство вызывает соседство крупных промышленных предприятий как производственных, так и добывающих. Население предполагает наличие в почве «вредных» веществ и их негативное воздействие на здоровье. Качество сельхозпродукции, следовательно, также вызывает недоверие. Поэтому мы в рамках своего проекта решили проверить наличие в почвах нашего населенного пункта наличие таких «вредных» веществ, которыми могут быть как соли тяжелых металлов, так и различные отходы производств.

Минеральный состав почвы зависит от почвообразующих пород, возраста почв, особенностей рельефа, климата и т.д. В основных породах почва более богата Al, Fe, щелочноземельными и щелочными металлами, а кислые- Si, соленные- кальцием, магнием, натрием, хлоридами и сульфатами.

В верхнем плодородном слое: C, H, O, N, какое-то количество фосфора, кальция, серы и других химических элементов, в том числе и редких.

Загрязнение почв как правило связано с: атмосферным переносом загрязняющих веществ (тяжелые металлы, кислые дожди, фтор, мышьяк, пестициды); сельскохозяйственным загрязнением (удобрения, пестициды); наземным загрязнением - отвалы крупнотоннажных производств, отвалы топливно-энергетических комплексов; загрязнением нефтью и нефтепродуктами.

По степени экологической опасности химические вещества, попадающие в почву различными путями, делят на 3 класса:

**1-** кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, мышьяк, селен, бенз(а)пирен;

**2-** кобальт, молибден, бор, медь, никель, сурьма;

**3-** ацетофенон, вольфрам, марганец, ванадий, стронций. [1]

## 1.2. Значение биоиндикации.

Биоиндикация – это способ оценки антропогенной нагрузки по реакции на нее живых организмов и их сообществ». [2]. Несколько иное (но сходное по сути) определение: «Биоиндикация – это оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях» [3].

Активная хозяйственная деятельность человека приводит к серьезным изменениям окружающей среды и нарушениям природных экосистем. Одним из ведущих антропогенных факторов в настоящее время является антропогенное загрязнение окружающей среды, связанные с добычей полезных ископаемых и производственной деятельностью, которое сегодня носит масштабный характер. Отходы такой деятельности, попадая в биосферу, в силу физико-химических процессов могут перемещаться между ее слоями, а также накапливаться в живых организмах. В результате концентрация некоторых вредных веществ в отдельных регионах или в ряде продуктов питания могут представлять реальную угрозу здоровью населения.

В сложившейся ситуации особую актуальность приобретают мероприятия, направленные на сохранение окружающей среды. Важнейшей частью природоохранной деятельности является система экологического мониторинга, в рамках которого проводятся планомерные систематические наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе за уровнем наиболее опасных загрязнителей. Государственный мониторинг земель является одной из подсистем Единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) [1].

Выбор данной методики исследования был связан с тем, что нам пришлось пользоваться доступными средствами и определенными временными рамками, учитывая свои знания и навыки.

Использование организмов-индикаторов имеет ряд существенных преимуществ перед стандартными методами химического анализа:

- состояние биоиндикаторов отражает состояние среды в целом, а не ее отдельных параметров;
- в случае хронического действия негативного фактора живые организмы могут реагировать на него даже в случае очень низкой интенсивности воздействия в результате эффекта аккумуляции дозы;
- использование биоиндикаторов исключают необходимость

регистрации многочисленных физических и химических параметров среды;

- использование биоиндикаторов является менее дорогостоящим и трудоемким по сравнению с методами физико-химического анализа;

- биоиндикаторы реагируют на кратковременные («залповые») выбросы токсикантов, которые могут быть пропущены при работе автоматической системы контроля с периодичным отбором проб на анализы;

- биоиндикаторы позволяют локализовать зоны повышенной концентрации загрязнителей в экологических системах;

- биоиндикаторы позволяют получать данные, необходимые для нормирования допустимой нагрузки на экосистемы разных типов, обладающих различной устойчивостью к действию внешних факторов [6].

### 1.3. Краткий обзор методов биоиндикации

Методология биодиагностики экологического состояния почв и других объектов окружающей среды предполагает использование двух подходов: биоиндикационные наблюдения *in situ* и биотестирование образцов, реализуемое по стандартным методикам в контролируемых лабораторных условиях *ex situ* [9]

Изучив научную литературу, мы можем выделить следующие методы биоиндикации:

**1. Фитоиндикация** — основывается на изучении состояния растений по различным признакам, учет которых проводится в естественных условиях или агроценозах. По характеру и изменениям зеленой массы, морфологии и прочим характеристикам высших растений, проявляющимся при избытке определенных химических элементов в почве, несложно фиксировать отклонения в сторону неблагоприятия условий произрастания. [9]

**2. Фитотестирование** - проводится в контролируемых условиях лабораторного или вегетационного эксперимента на тест-растениях, результаты фиксируются по понятным и поддающимся строгому учету характеристикам. С их помощью определяют стимулирующие рост и развитие эффекты, но можно так же фиксировать и токсичность образцов природных и техногенных сред, различных материалов, химических веществ, промышленных отходов [Еремченко, Митракова, 2018; Jiangetal.,2019].

**3. Диагностика функционирования почв по дыханию** - выделение углекислого газа с поверхности почвы выступает информативным показателем функционирования почв, прежде всего их биологической составляющей.

**4. Индикация по дыханию и биомассе микроорганизмов**- дыхание и биомасса микроорганизмов выступают чувствительными индикаторами, характеризующими зависимость степени воздействия стресс-фактора на здоровье почв от свойств, прежде всего, самой почвы.

**5. Индикация функционального разнообразия микробиоты почв методом МСТ.** Оригинальный способ оценки активности почвенного микробиома представлен интегральным показателем здоровья почв, основанным на параметрах функционального биоразнообразия (ФБР) почвенного микробного сообщества.

**6. Биотестирование с применением бактерий.** Среди микроорганизмов бактериальной природы в практике биотестирования используются виды в основном из двух родов *Photobacterium* и *Vibrio* (*P. phosphoreum* Kohn, *P. leiognathi* Boisvert et al., *fischeri* Beijerinck, *V. harveyi* Johnson and Shunk).

Биолюминесцентный бактериальный анализ — один из вариантов хемилюминесцентной реакции. Критерием токсического действия является изменение величины интенсивности биолюминесценции бактерий в исследуемой пробе по сравнению с контрольной пробой, не содержащей токсических веществ. Количественная оценка параметра тест-реакции выражается в виде безразмерной величины — индекса токсичности.

Нами был выбран метод **фитотестирования**, так как он соответствовал нашим требованиям (доступность выполнения и наблюдения).

Фитотестирование давно и широко применяется как для оценки естественных почв, так и агроземов. В зависимости от масштаба и цели заложенного эксперимента выделяют лабораторный, вегетационный (в сосудах, чашках Петри или планшетах) и микроделяночный (на экспериментальных площадках) способы фитотестирования. В зависимости от времени выделяют острые фитотесты (24–96 ч.) и хронические (от семи суток до всего вегетационного периода растений). В вегетационных и микроделяночных экспериментах проводят оценку хронической фитотоксичности, а в лабораторных — острой фитотоксичности. В контролируемых условиях лабораторного или вегетационного эксперимента в качестве тест-растений наиболее часто используются овес посевной, горчица белая, редька масличная, кресс-салат.[9]

## Основная часть

### 2.1. Исследование физико-химических свойств исследуемых проб почв.

Пробы почв были взяты на разных расстояниях от Березняковского золоторудного месторождения, а также на территории поселка Зауральский Еманжелинского района Челябинской области. Общее количество проб составило 10. Каждая проба была взята в 3 повторностях. ( см Приложение 1)

1 проба-500 метров от действующего карьера

2 проба -1000 метров от карьера

3 проба -2000 метров от карьера

4 проба -3000 метров от карьера

5 проба -4000 метров от карьера

6 проба- садовое общество (заброшенный участок)

7 проба- территория за складами

8 проба-территория перед железной дорогой(жилой фонд)

9 проба –территория пришкольного участка

10 проба- территория между садовыми участками вблизи завода ИНСИ

11 проба- (контроль) готовая смесь «terra Вита»

Определили гранулометрического состава почв с помощью «мокрого метода». Из щепотки мелкозема, растертого, увлажненного и перемешанного до тестообразного состояния, на ладони скатали шарик и раскатали его в шнур толщиной около 3 мм, затем свернули его в кольцо диаметром 2-3 см.

По результатам анализа большинство проб почв 1,2,3,4,5,6-средний суглинок; 7,8,9 -легкий суглинок; 10 -тяжелый суглинок, 11-супесь.

Далее определили рН проб с помощью тест полосок (таблица 1)

Таблица 1.

№пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
рН	2,5	2,5	2,5	3	3	5	6,5	5	6,5	4	6,5

## 2.2 Тестирование образцов с помощью растения индикатора загрязнения(Кресс-салат).

Тестирование образцов почв проводилось проводилась согласно методике определения токсичности почвы Т.Г. Мирчинк (метод почвенных пластинок) дважды. Суть методики состоит в следующем:

1. В чашки поместить по 60 г почвы без корней и растительных остатков, увлажнить и растереть до состояния густой пасты, ровно размазать шпателем.
2. Семена предварительно замочить в течение суток. В чашки посеять по 30 шт семян испытуемого растения. Семена должны быть мелкие без запаса питательных веществ, они лучше реагируют на изменения окружающей среды.
3. Семена проращивают в течение 5-7 дней при постоянной температуре и влажности, почву увлажняют равным количеством воды (5-10 мл).
4. При учете результатов измеряют длину проростков, корней, число проросших семян.
5. В зависимости от результатов пробам присваивают один из четырех уровней загрязнения.

**1. Загрязнение отсутствует:** всхожесть семян достигает 90 — 100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы.

**2. Слабое загрязнение:** всхожесть 60 — 90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

**3. Среднее загрязнение:** всхожесть 20 — 60%. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

**4. Сильное загрязнение:** всхожесть семян очень слабая (менее 20%). Проростки мелкие и уродливые.

Данные занесли в таблицу (среднее значение признака)

Таблица 2.

Результаты тестирования образцов с помощью растения индикатора загрязнения(Кресс-салат). (приложение 2)

№ п п	Образец	Длина стебля (см)	Степень развития корневой системы	Кол-во проростков кресс-салата	Всхожесть %	Степень загрязнения
1	проба-500 метров от действующего	2,5	Слабо развитая	7 шт.	23,0	среднее

	карьера					
2	проба -1000 метров от карьера	3,1	Слабо развитая	12 шт.	39,6	среднее
3	проба -2000 метров от карьера	3,2	Слабо развитая	10 шт.	33,3	среднее
4	проба -3000 метров от карьера	2,8	Слабо развитая	14шт.	46,2	среднее
5	проба -4000 метров от карьера	3,4	Слабо развитая	18 шт.	59,4	среднее
6	проба- садовое общество (заброшенный участок)	3,6	Слабо развитая	20 шт.	66,0	среднее
7	проба- территория за складами	6,4	Хорошо развитая	24 шт.	79,2	среднее
8	проба-территория перед железной дорогой(жилой фонд)	4,2	Хорошо развитая	21 шт.	69,3	среднее
9	проба –территория пришкольного участка	6,8	Хорошо развитая	26	85,8	среднее
10	проба- территория между садовыми участками вблизи завода ИНСИ	3,1	Слабо развитая	12	36,6	среднее
11	проба- (контроль) готовая смесь «Терра Вита»	7,2	Хорошо развитая	28	92,4	отсутствует

**Таким образом** анализ проб почвенных образцов позволяет сделать вывод о содержании в почве вредных веществ. Только контрольный образец (готовая смесь) имеет статус-загрязнение отсутствует. Образцы со статусом

«средний уровень загрязнения» показывают большой разброс в численном выражении, что косвенно может говорить о степени влияния предприятий на этот показатель. Даже образец почвы с пришкольного участка показал средний показатель загрязнения, что вполне объяснимо так как с 2х сторон

школы находятся дороги, одна из которых федерального значения с большим потоком автотранспорта. Так же стоит обратить внимание на значение рН почвы-фактически у всех образцов кислая (от 2,5-5).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведён литературный обзор, который помог изучить методы исследования уровня загрязнения и выбрать для нас свой. Однако мы не нашли сведений об исследовании уровней загрязнения в поселке.

В ходе выполнения экспериментальной части была использована методика Т.Г. Мирчинк и в качестве тест-объекта использовался кресс-салат, выявлено значение рН, проведен анализ структуры почвенных образцов. В качестве опытных образцов было взято 11 образцов почв:

- 1 проба-500 метров от действующего карьера
- 2 проба -1000 метров от карьера
- 3 проба -2000 метров от карьера
- 4 проба -3000 метров от карьера
- 5 проба -4000 метров от карьера
- 6 проба- садовое общество (заброшенный участок)
- 7 проба- территория за складами
- 8 проба-территория перед железной дорогой (жилой фонд)
- 9 проба –территория пришкольного участка
- 10 проба- территория между садовыми участками вблизи завода ИНСИ
- 11 проба- (контроль) готовая смесь «terra Вита»

Всхожесть семян оказалась в опыте разной, хотя семена имели одинаковую всхожесть и прошли контроль. В процессе исследования мы изъяли 10 образцов почвы в различной удаленности от ГОК и с территории поселка(почвы для анализа брались с необрабатываемых участков),т.е исключалось прямое внесение удобрений и других веществ.

Провели исследование физико-химических показателей: структурный анализ и значение рН- большинство почв – суглинки со значением рН от 2,5 до 5. Тогда как в достаточно благополучных суглинках уровень кислотности должен составлять рН 6,5—7, но не превышать рН 7,5.

Уровень загрязненности почв проверили методом биоиндикации с помощью растения индикатора «кресс-салат»

Все пробы показали средний уровень загрязнения (от 20 до 89%). Причем процент колебался в разных пробах достаточно сильно. Наиболее сильное загрязнение показала проба 1-23% (самая близкая к ГОКу). По мере удаления от него показатель загрязненности менялся в сторону повышения процента, т. е. уменьшения уровня загрязнения. Нужно отметить, что эти данные, на наш взгляд напрямую связаны и с кислотностью проб.

В дальнейшем планируем провести более точные химический анализ полученных проб, а так же провести биоиндикацию с помощью микроорганизмов( в рамках участия во всероссийском проекте «Всероссийский Атлас Почвенных Микроорганизмов»). Провести корреляцию полученных результатов.

## Список литературы

1. Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Статья 63.1. Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) (введена Федеральным законом № 331-ФЗ).
2. Домрачева Л.И., Скугорова С.Г., Кутявина Т.И., Симакова В.С., Люкина А.Л. Микроорганизмы в биоиндикации городских почв // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров: Изд-во Вятского государственного университета, 2018. – С. 211-215.
3. Донерьян Л.Г., Водянова М.А., Тарасова Ж.Е. Микроскопические почвенные грибы – организмы-биоиндикаторы нефтезагрязненных почв // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95. – № 9. – С. 891-894.
4. Ефремова С.Ю., Шарков Т.А., Лукьянец О.В. Экологический мониторинг загрязнения почв // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 568-571.
5. Заикина В.Н., Околелова А.А., Лапченков А.Г. Показатели биоиндикации светло-каштановых и аллювиальных почв // Почвы в биосфере. Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН. – Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского государственного университета, 2018. – С. 238-242.
6. Методология биодиагностики почв и особенности некоторых методов биоиндикации и биотестирования (обзор) в. А. Терехова<sup>1</sup> \*, с. А. Кулачкова<sup>1</sup> , е. В. Морачевская<sup>1</sup> , а. П. Кирюшин



Забор пробы №1



Забор пробы №6



Забор пробы №10



Всходы кресс-салата на 4 день после посадки.