

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №1 села Ермолаево  
им. В.Г. Недошивина муниципального района  
Куяргазинский район Республики Башкортостан»

Номинация: Юные исследователи окружающей среды

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА**

**МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

Выполнила: **Маврина Виктория,**

ученица 6 МБОУ СОШ №1 с.Ермолаево

Научный руководитель: к.б.н., учитель химии

МБОУ СОШ №1 с.Ермолаево, Есина А.Г.

Ермолаево-2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Глава 1. Биоиндикация как метод определения степени загрязнения окружающей среды.....	5
1.1.Что такое биоиндикация,.....	7
1.2. Кресс-салат как биоиндикатор.....	6
Глава 2. Результаты исследования.....	8
2.1.Методика исследования.....	8
2.2.Результаты исследования.....	10
2.3.Оценка уровня загрязнения снега с помощью кресс-салата.....	11
Заключение и выводы.....	14
Рекомендации.....	15
Список литературы.....	16
Приложение .....	17

## **Введение**

Атмосфера, являясь одним из основных компонентов биосферы, оказывает интенсивное и разностороннее воздействие на гидросферу, геологическую среду, почвенный покров, здания, сооружения, другие техногенные объекты, а также на биоту в целом и на человека в частности. Атмосферный воздух является одним из факторов среды обитания человека, оказывающим влияние на состояние здоровья населения. Проблемы его загрязнения продолжают оставаться актуальными, т.к. являются важнейшим приоритетным фактором, связанным с риском для здоровья населения.

Активное воздействие атмосферы на наземные экосистемы и гидросферу проявляется через атмосферные осадки в виде дождя и снега. Поверхностные и подземные воды суши имеют главным образом атмосферное питание и их химический состав в значительной степени зависит от состояния атмосферы.

Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды. Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями, автомобильные выхлопы и др., накапливаются в снегу и с талыми водами поступают в открытые и подземные водоемы, загрязняя их.

Исследуя пробы снега, собранного в разных местах можно получить достаточно полное представление о степени и характере загрязнения территории, выявить причины и источники загрязнения.

**Цель:** исследование общей химической токсичности снега в с.Ермолаево методом биотестирования по проросткам кресс-салата.

### **Задачи:**

- 1) изучить характер среды талой воды и ее органолептические показатели по пробам, взятым в исследуемых участках территории;
- 2) определить влияние талой воды на рост и развитие проростков кресс салата.

Отбор образцов снега проводился в нескольких точках: в Шотовском парке, в районе МБОУ СОШ №1 с. Ермолаево, на территории очистных сооружений села Ермолаево, в центре села, в 5 м от железнодорожного полотна.

Участок №1: Шоттовский парк с. Ермолаево

Участок №2: территория МБОУ СОШ №1 с.Ермолаево

Участок №3: территория Очистных сооружений с.Ермолаево.

Участок №4: 5 м от железнодорожного полотна

Участок № 5: центр села

Участок № 6(контрольная): дистиллированная вода

**Сроки проведения:** отбор проб снега проводился в декабре 2021 года.

**Объект исследования:** снежный покров различных участков с. Ермолаево

**Предмет исследования:** степень загрязнения снежного покрова

Организм, с помощью которого мы будем судить о степени загрязнения снега, - овощное однолетнее растение кресс-салат лат. *Lepidium sativum* — быстрорастущее съедобное однолетнее или двулетнее травянистое растение семейства Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae).

## **Глава 1. Биоиндикация как метод определения степени загрязнения окружающей среды.**

### **1.1. Что такое биоиндикация**

О возможности использования живых организмов в качестве показателей определенных природных условий писали еще ученые Древнего Рима и Греции. В трудах М.В. Ломоносова и А.Н. Радищева есть упоминания о растениях-указателях особенностей почв, горных пород, подземных вод.

По современным представлениям биоиндикаторы — организмы, присутствие, количество или особенности, развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. **Биоиндикация** — метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов — биоиндикаторов.

Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации. Ими могут быть как определенные типы природных объектов (почва, вода, воздух), так и различные свойства этих объектов (механический, химический состав и др.), и определенные процессы, протекающие в окружающей среде (эрозия, дефляция, заболачивание и т.п.), в том числе происходящие под влиянием человека. (7)

Методы биоиндикации подразделяются на два вида: регистрирующая биоиндикация и биоиндикация по аккумуляции. Регистрирующая биоиндикация позволяет судить о воздействии факторов среды по состоянию особей вида или популяции, а биоиндикация по аккумуляции использует свойство растений и животных накапливать те или иные химические вещества (например, содержание свинца в печени рыб, находящихся на конце пищевой цепочки, может достигать 100-300 ПДК). В соответствии с этими методами различают регистрирующие и накапливающие индикаторы.

Регистрирующие индикаторы реагируют на изменения состояния окружающей среды изменением численности, фенооблика, повреждением тканей, соматическими проявлениями (в том числе уродливостью), изменением скорости роста и другими хорошо заметными признаками. В

качестве примера регистрирующих биоиндикаторов не всегда возможно установить причины изменений, то есть факторы, определявшие численность, распространение, конечный облик или форму биоиндикатора. Это один из основных недостатков биоиндикации, поскольку наблюдаемый эффект может порождаться разными причинами или их комплексом.

Какой бы современной ни была аппаратура для контроля загрязнения и определения вредных примесей в окружающей среде, она не может сравниться со сложно устроенным «живым прибором». Правда, у живых приборов есть серьезный недостаток — они не могут установить концентрацию какого-либо вещества в многокомпонентной смеси, реагируя сразу на весь комплекс веществ. В то же время физические и химические методы дают количественные и качественные характеристики фактора, но позволяют лишь косвенно судить о его биологическом действии. С помощью биоиндикаторов можно получить информацию о биологических последствиях и сделать только косвенные выводы об особенностях самого фактора.

В целом, основные методы биоиндикации не требуют значительных затрат труда, сложного и дорогостоящего оборудования, а поэтому могут широко использоваться в школьном экомониторинге.

Методы биоиндикации, позволяющие изучать влияние техногенных загрязнителей на растительные и животные организмы на неживую природу являются наиболее доступными. Биоиндикация основана на тесной взаимосвязи живых организмов с условиями среды, в которой они обитают. Изменения этих условий, например повышение солености или pH воды может привести к исчезновению определенных видов организмов, наиболее чувствительных к этим показателям и появлению других, для которых такая среда будет оптимальной.

## 1.2. Кресс-салат как биоиндикатор

**Кресс-салат** (синонимы: огородный перечник): однолетнее растение семейства Крестоцветных. Широко распространен в Закавказье, особенно в Грузии. В пищу используются молодые листья, с терпким вкусом, так как содержит горчичное масло.

Кресс-салат - однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян).

Кресс-салат как биоиндикатор удобен еще и тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади рабочего места (чашка Петри, кювета, поддон и т. п.). Привлекательны также и весьма короткие сроки эксперимента. Семена кресс-салата прорастают уже на третий - четвертый день, и на большинство вопросов эксперимента можно получить ответ в течение 10 суток.

## Глава 2. Результаты исследования.

### 2.1. Методика исследования.

Мы провели исследование проб снега с использованием метода биотестирования, т.е. определения качества окружающей среды с помощью живых организмов. В качестве организма-индикатора мы выбрали кресс-салат, так как семена этих растений быстро прорастают. В качестве показателей учитывали всхожесть семян и скорость роста корней проростков. Сравнительная оценка показателей их роста и развития позволяет оценивать степень воздействия токсичности снега.

Отбор образцов снега проводился в нескольких точках: в Шотовском парке, в районе МБОУ СОШ №1 с. Ермолаево, территория очистных сооружений села Ермолаево, в центре села, в 5 м от железнодорожного полотна. Проба брались с 1 квадратного метра. Снег раскладывался в пронумерованные емкости. Содержимое растапливалось и доводилось до комнатной температуры. В качестве стандарта была взята чистая дистиллированная вода.

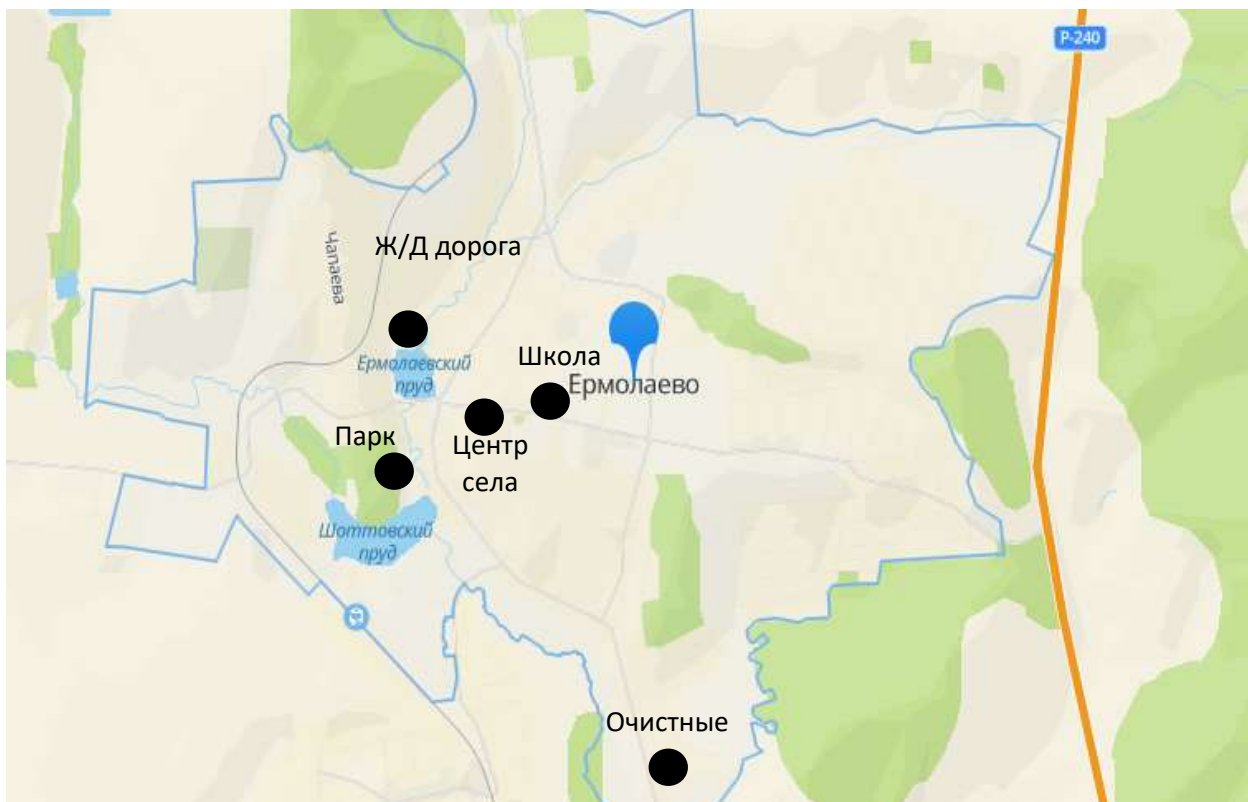


Рис.1. Карта точек отбора проб

Для определения органолептических свойств талой воды проводили определение прозрачности, цветности, запаха и содержание взвешенных частиц.

Из химических показателей – определяли среду раствора талой воды. Далее талую воду использовали для биотестирования проб на токсичность. На смоченную талой водой фильтровальную бумагу в чашки Петри помещали по 50 семян кресс-салата. В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

В ходе наблюдения за проростками учитывали количество пророщенных семян, процент всхожести семян, с помощью миллиметровой линейки измеряли общую суммарную длину корней проростков в каждой пробе.

В течение 8-10 дней вели наблюдения за проростками. Результаты эксперимента заносились в таблицы и анализировались.

Мы использовали методику, составленную на основе научной работы «Исследование снега методом биотестирования» (Мансурова С.Е., Кокуева Г.Н. Следим за окружающей средой нашего города: 9-11 кл.: Школьный практикум.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 112с.:ил.).

Мы исследовали прорастаемость семян в данных образцах воды. В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырех уровней загрязнения (Ашихмина Т.Я., 2000 г.).

#### 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 тоньше. Некоторые проростки имеют уродства,

#### 4. Сильное загрязнение

Всхожесть семян очень слабая (менее 20%), Проростки мелкие и уродливые.

Результаты наблюдений по каждой пробе мы заносили в таблицы.

## 2.2. Результаты Исследования

### 2.2.1 .Органолептические показатели воды

Из органолептических показателей мы исследовали прозрачность (цвет), запах талой воды и содержание взвешенных частиц.

Таблица № 1. Определение прозрачности и цвета воды.

Участок	Цвет
Контрольная	Бесцветная, прозрачная
Участок №1: Шоттовский парк.	Прозрачная, с семенами растений
Участок №2: территория МБОУ СОШ №1 с.Ермолаево	Мутная
Участок №3: территория очистных сооружений с.Ермолаево	Не прозрачная, частицы копоти
Участок №4: 5 м от железнодорожного полотна	Не прозрачная, мутный, присутствуют твердые частицы
Участок № 5: центр села	Серый, мутный со множеством твердых частиц

**Вывод:** Самый грязный снег у дороги в центре села и возле железнодорожного полотна, чуть менее загрязненный у очистных сооружений. Чистый снег в парке и возле школы, хотя возле школы вода мутная.

У автодороги снег имеет стойкий запах бензина. Возле железнодорожного полотна снег имеет запах дизельного топлива. На остальных участках особо ощутимого запаха нами обнаружено не было

### 2.2.2. Определение среды раствора талой воды. Водородный показатель.

1. Индикаторная бумажка, опущенная в сосуд с растаявшим снегом, взятым в парке, не изменилась (pH=6,5-7).

2. Индикаторная бумага, опущенная в сосуд с растаявшим снегом, взятого около школы также не изменилась (pH=6,5-7).

3. Индикаторная бумажка, опущенная в сосуд с растаявшим снегом, взятым на территории очистных сооружений, окрасилась в желтоватый цвет, это свидетельствует о наличии слабой кислотной среды в пробе снега (pH=6).

4. На индикаторной бумажке, опущенной в сосуд с растаявшим снегом, взятым у ж/д появилась полоса с зеленовато-синим оттенком (рН=7,8), слабо-щелочная.

5. Индикаторная бумажка, смоченная в растаявшем снегу, взятом в центре села, окрасилась в синевато-зеленоватый цвет, что говорит о наличии щелочной реакции в данной пробе снега (рН=8).

Таблица № 2. Определение кислотности снега.

Участок	рН	Среда
Контрольная	7	нейтральная
Участок №1: Шоттовский парк.	7	нейтральная
Участок №2: территория МБОУ СОШ №1 с.Ермолаево	6,5-7	Нейтральная
Участок №3: территория очистных сооружений с.Ермолаево	6	Слабо-кислотная
Участок №4: 5 м от железнодорожного полотна	7, 8	Слабо-щелочная
Участок № 5: центр села	7,8	Слабо-щелочная

**Вывод:** Снег может иметь, как кислую, так и щелочную реакцию, в зависимости от преобладания тех или иных загрязняющих веществ.

На участке №3 в снег попадают основания различных кислот, оксиды азота и серы, поэтому он приобретает слабо-кислотную реакцию. На участке №4 и №5 выпадают в основном соединения металлов, ароматических углеводородов, которые защелачивают снег. На участке №1 и 2 снег чистый, среда нейтральная.

### 2.2.3. Оценка уровня загрязнения снега с помощью кресс-салата.

Таблица № 3. Количество проросших семян

Дни	№1: Парк	№2: школа	№3: оч.сооруж.	№4: ж/д дорога	№ 5: центр села	Контрольная
1	46	45	33	16	17	48
2	50	48	34	18	19	50
3	-	50	34	19	20	50
4	-	-	35	21	21	50
5	-	-	35	21	23	50
6	-	-	36	21	23	50
7	-	-	37	23	24	50
8	-	-	37	23	26	50
9	-	-	37	23	27	50
10	-	-	37	23	27	50
<b>Всхожесть семян в процентах</b>						
	100	100	74	46	54	100
	загрязнение отсутствует	загрязнение отсутствует	слабое	среднее	среднее	загрязнение отсутствует

Таблица № 4. Скорость роста главного корня в среднем в (мм)

Дни	№1: Парк	№2: школа	№3: оч.сооруж.	№4: ж/д дорога	№ 5: центр села	Контрольная
1	0	0	0	0	0	0
2	0,4	0,4	0,3	0	0,2	0,4
3	0,8	0,7	0,6	0,1	0,4	0,8
4	1,1	0,9	0,8	0,3	0,7	1,2
5	1,3	1,3	1,1	0,5	1,0	1,5
6	1,6	1,6	1,3	0,9	1,3	1,9
7	2,3	2,4	1,8	1,1	1,8	2,8
8	3,0	4,0	2,6	1,8		4,3

					2,2	
9	4,4	5,6	3,7	2,2	2,6	5,7
10	6,9	6,7	6,4	2,5	3,5	7,3

Анализируя данные таблиц, мы сделали вывод о наибольшей токсичности снега около железнодорожного полотна и вдоль автодороги в центре села, которая испытывает большую транспортную нагрузку. Меньшей степенью химической токсичности отличаются пробы снега №3 около очистных сооружений. Проростки на этих участках по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства,

Таким образом, мы попытались проследить влияние общей токсичности снега, вызванной присутствием загрязнителей на рост и развитие проростков кресс-салата.

Полученные результаты доказывают, что снег на территории села загрязняется вредными веществами, выбрасываемыми транспортом. Мы исследовали прорастаемость семян в данных образцах воды. Уже на второй день эксперимента семена начали прорастать. Высокая всхожесть семян была отмечена в пробах с парковой зоны, территории школы. Здесь можно сделать вывод об отсутствии загрязнения.

Используя метод биотестирования мы выяснили, что снег действительно является индикатором чистоты.

## Заключение и выводы

Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды. Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями, автомобильные выхлопы и др., накапливаются в снегу и с талыми водами поступают в открытые и подземные водоемы, загрязняя их.

Кресс-салат является регистрирующим биоиндикатором, так как реагирует на изменения состояния окружающей среды изменением фенооблика, изменением скорости роста, всхожестью и другими хорошо заметными признаками.

Мы исследовали пробы снега, собранные в разных местах поселка Ермолаево и получили следующие результаты:

1. Самый грязный снег у дороги в центре села и возле железнодорожного полотна, чуть менее загрязненный у очистных сооружений. Чистый снег в парке и возле школы.
2. У автодороги снег имеет стойкий запах бензина. Возле железнодорожного полотна снег имеет запах дизельного топлива. На остальных участках особо ощутимого запаха нами обнаружено не было
3. Снег может иметь, как кислую, так и щелочную реакцию, в зависимости от преобладания тех или иных загрязняющих веществ. На участке №3 (район очистных сооружений) в снег попадают основания различных кислот, оксиды азота и серы, поэтому он приобретает слабо-кислотную реакцию. На участке №4 (железная дорога) и №5 (центр села) выпадают в основном соединения металлов, ароматических углеводородов, которые защелачивают снег. На участке №1 (парк) и 2 (территория школы) снег чистый, среда нейтральная.
4. Наиболее токсичен снег около железнодорожного полотна и вдоль автодороги в центре села, которая испытывает большую транспортную

нагрузку. Меньшей степенью химической токсичности отличаются пробы снега №3 около очистных сооружений.

5. Высокая всхожесть семян была отмечена в пробах с парковой зоны, территории школы. Здесь можно сделать вывод об отсутствии загрязнения.

Таким образом, полученные результаты доказывают, что снег на территории села загрязняется вредными веществами, выбрасываемыми транспортом:

1. На качество снега большое влияние оказывает автомобильный транспорт и железнодорожный транспорт.
2. Качество снега зависит от удаленности источника загрязнения.
3. Самый чистый снег в парке.

#### **Практические рекомендации:**

1. Грязный снег необходимо вывозить, а не сгребать на газоны и тротуары.
2. По возможности автолюбителям заменить бензин на газ и ставить на выхлопные трубы фильтры;
3. Уделять больше внимания озеленению поселка.

### Список литературы.

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. Москва: АГАР, 2000.
2. Винокурова Н.Ф. Глобальная экология:- учебник для 10- 11 классов профильной школы. 2- изд. – М. : Просвещение, 2001 год
3. Дядюн Т.В. Практикум «Мир воздуха». Ж. «Биология в школе», № 1, 2001.
4. Житкин В.Н. Экологический практикум. Учебное пособие, Саранск 2001 год.
5. Злотников Э.Т. Эстрин Э.Р. Химико-экологический анализ различных природных сред: факультативных и кружковых занятий в средних школах, Киров: Изд-во ВГПУ, 1996 год.
6. Криксунов Е.А. Пасечник В.В. Экология 9 класс Издательский дом «Дрофа», 1995 год.
7. Татарина Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников М.: Аргус, 1997 год.
8. Экологический практикум (Проблемы загрязнения окружающей среды)
9. Мансурова С.Е., Кокуева Г.Н. Следим за окружающей средой нашего города: 9-11 кл.: Школьный практикум.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 112с.:ил.).
10. Федоров, А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учебное пособие для студ. высш. уч. заведений./ А.Н. Федоров, А.Н. Никольская. - М.:Гуманит.. изд. центр Владос. 2001.- 288 с. Н.Новгород, 1994 год.

## Приложение 1.

**Фото1. Талая вода с исследуемых участков.**



**Фото 2. Прорастание семян.**



**Фото 3. Проращание семян на участке №2 (территория школы).**



**Фото 4. Проращание семян на участке №4. (5 м. около железной дороги).**



**Фото 5. Проращение семян на участке №1 (парковая зона).**

