Университет Правительства Москвы

V Конкурс исследовательских и проектных работ обучающихся образовательных организаций города Москвы и Московской области “Мегаполис XXI века - город для жизни” в 2020/2021 учебном году

Конкурсная работа

На тему: «Изучение влияния сернистого газа на хвойные растения»

Выполнена: учащимся 5 «Д» класса

ГБОУ Школа № 1223

Спиридоновым Ильей Ильичем

Подпись_____

Научный руководитель:

Костина Валентина Серафимовна

Заместитель директора ГБОУ Школа № 1223

Тихонова Ирина Юрьевна

Москва

2021

Рецензия

на исследовательский проект ученика 5 «Д» класса ГБОУ Школа № 1223 г. Москвы Спиридонова Ильи.

Работа Спиридонова Ильи «Изучение влияния сернистого газа на хвойные растения»

посвящена изучению воздействия сернистого газа на ель колючую, которая относится к индикаторным организмам средней чувствительности.

Актуальность данной темы не вызывает сомнения. Нагрузка на природу по ряду направлений достигла критических значений. Необходимость выявления изменений и прогноза состояния среды обитания, обусловлена необходимостью установления и устранения вредного воздействия на живые организмы и на здоровье человека. Использование биомониторинга позволяет установить наличие вредного фактора, не прибегая к дорогостоящим трудоёмким инструментальным методам.

Автор поставил перед собой цель выяснить, как влияет сернистый газ на хвойные растения, определить какие изменения вызывают повышенные концентрации и установить наличие изменений у ели колючей.

По мнению автора, эта тема является для него полезной: полученные Ильёй знания помогут в дальнейшем организовать наблюдения за состоянием хвойных растений на территории района Коптево г. Москвы.

Ильёй проведена серьёзная работа по изучению влияния диоксида серы на живые организмы, в зависимости от концентрации и времени воздействия. Обоснован выбор ели колючей, в качестве индикатора на токсикант. Большой интерес им был проявлен к практическому установлению признаков хронического и острого поражения у елей.

В своей работе Илья подробно описывает методику исследования, приводит доказательства наличия признаков поражения побегов и хвои.

Рецензируемый проект представляет собой интересную работу, которая ляжет в основу биоиндикационных исследований на территории района. Работа выполнена на высоком уровне, содержит ряд выводов, представляющих практический интерес. Автор на конкретных примерах доказывает, что концентрация сернистого газа превышает предельно допустимую концентрацию.

Материал в работе изложен последовательно и чётко. Выводы и заключение сделаны правильно. Считаю, что исследовательский проект Спиридонова Ильи заслуживает высокой оценки и может быть представлен на конкурсе «Мегаполис XXI века- город для жизни».

Учитель биологии
ГБОУ Школа № 1223
Костина В.С.

Аннотация

В проектной работе рассматриваются индикаторные виды, чувствительные к содержанию сернистого газа, влияние его концентрации на хвойные растения. Приводится методика определения состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных растений, анализ наличия признаков поражения у ели колючей.

В работе выявлены признаки, косвенно указывающие, на превышение предельно допустимой концентрации сернистого газа в атмосфере района Коптево г. Москвы.

Проектно-исследовательская работа ляжет в основу организации биомониторинга окружающей среды района Коптево с помощью хвойных растений.

Структура и объём работы. Работа состоит из введения, двух глав, выводов, заключения и списка литературы. Приложения содержат 13 фото, 3 рисунка, 3 таблицы. Список литературы включает 7 наименований.

Содержание

Введение 4

Глава 1 6

1.1. Загрязнение атмосферы 6

1.2. Индикаторные виды 6

1.3. Влияние сернистого газа на хвойные растения 7

Глава 2 10

2.1. Методика исследования 10

2.2. Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных на примере района Коптево 13

Заключение 18

Список литературы 19

Введение

Согласно заключениям международных экспертов в области загрязнения окружающей среды, основной причиной происходящих на планете климатических изменений - повышения среднегодовой температуры атмосферы - является повышение в атмосфере доли парниковых газов, таких как диоксида углерода и метана. Источниками вредных продуктов сгорания углеводородного топлива являются, в основном, промышленные предприятия энергетического сектора, добывающей и химической промышленности, автомобильный транспорт. Кроме парниковых газов, к которым относятся оксид углерода и метан, в атмосферу попадает большое количество других токсикантов, таких как, сернистый газ, оксиды азота, угарный газ. Среди загрязнителей атмосферы одним из наиболее опасных веществ является сернистый газ, который оказывает негативное влияние на растения, вызывая, в зависимости от концентрации, хронические и острые поражения листьев и хвои. К острым поражениям относятся видимые повреждения, такие как пожелтение листвы и преждевременное опадение хвои. К скрытым поражениям - замедление скорости фотосинтеза и изменение метаболизма.

Моя семья проживает в районе Коптево Северного Административного округа города Москвы. Мы решили провести исследование и выяснить наличие сернистого газа в атмосфере нашего района по комплексу признаков у хвойных растений. Мы предполагаем, что концентрация сернистого газа в воздухе превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК), что негативно сказывается на состоянии живых организмов, в том числе и на хвойных растениях.

Объектом нашего исследования является хвойное растение – ель колючая. Предмет исследования - признаки поражения у хвойных растений.

Цель работы:

Проверить наличие сернистого газа в атмосфере района Коптево по комплексу признаков у хвойных.

Задачи:

1. Выяснить, как влияет сернистый газ на живые организмы.
2. Определить какие изменения вызывают повышенные концентрации сернистого газа у хвойных растений.
3. Провести исследование на наличие повреждений у ели.

В работе были использованы методы наблюдения, измерения и метод визуализации данных.

Глава 1

1.1.Загрязнение атмосферы

Атмосфера крупных городов мира, в том числе и России, страдает от воздействия вредных веществ. Согласно заключениям международных экспертов в области загрязнения окружающей среды, основной причиной происходящих на планете климатических изменений- повышения среднегодовой температуры атмосферы- является повышение в атмосфере доли парниковых газов, таких как диоксида углерода и метана. Источниками вредных продуктов сгорания углеводородного топлива являются, в основном, передвижные источники (автомобильный транспорт) и стационарные источники: промышленные предприятия энергетического сектора, добывающей и химической промышленности. Кроме парниковых газов, к которым относятся оксид углерода (II) и метан, в атмосферу попадает большое количество других токсикантов, таких как, сернистый газ, оксиды азота, угарный газ, углеводороды и летучие органические соединения. По данным Росстата и Росприроднадзора, совокупный объем выбросов, загрязняющих атмосферу веществ в 2018 году, составил 32,3 млн. т. «Больше всего выбросов в 2018 году пришлось на оксид углерода (51,3%), на углеводороды (без летучих органических соединений) — 11,9%, на диоксид серы — 11,5% и на оксиды азота — 10,9%» [1].

1.2.Индикаторные виды

В условиях постоянно растущего антропогенного воздействия на окружающую среду, остро встает вопрос об оценке степени её загрязнения. Биоиндикационные исследования имеют большую практическую значимость, позволяя проводить оценку состояния окружающей среды используя для этого живые организмы. Современная биоиндикация включает в себя несколько направлений, в которых оценка может проводиться по отдельным признакам или видам, по сообществам или комплексу видов. Некоторые организмы имеют повышенную чувствительность к содержанию различных химических веществ в окружающей среде. Так, отсутствие на деревьях лишайников («лишайниковая пустыня») свидетельствует о превышении концентрации сернистого газа и

означает, что концентрация двуокиси серы в воздухе превышает 0,3 мг/м3. Присутствие в городе некоторых толерантных по отношению к загрязнителям лишайников, например, ксантории, фисции, леканоры, говорит о том, что количество сернистого газа колеблется в пределах от 0,05 до 0,20 мг/м3 [2]. Растения, у которых реакция на диоксид серы выражена резко и отчетливо, можно использовать как индикаторы этого токсиканта. Среди высших растений, хвойные растения кедр, ель и сосна, являются очень чувствительными к содержанию сернистого газа в атмосфере [3] (Рис. 1), поэтому их можно использовать в качестве индикаторных видов.

Биоиндикационные методы часто используются для оценки загрязнения окружающей среды. Но такие методы не дают точную оценку, а лишь указывают на наличие того или иного загрязнителя, а так же на превышение порогового уровня загрязнения [4].

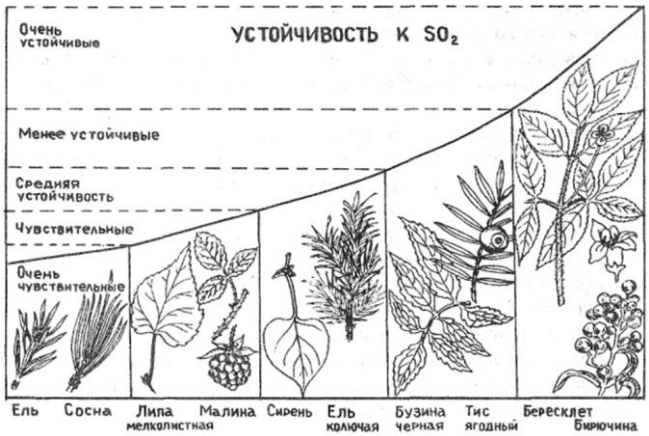

Рис. 1. Чувствительность различных деревьев и кустарников к диоксиду серы (по Курберу и Дитману)

1.3.Влияние сернистого газа на хвойные растения

Среди загрязнителей атмосферы одними из наиболее опасных веществ являются оксиды серы и азота. Взаимодействуя с атмосферной влагой, они превращаются в кислоты, которые способствуют снижению pH атмосферных осадков и становятся причиной выпадения кислотных дождей. Кислотные дожди, в свою очередь, приводят к закислению почв и водоёмов, снижая их

биоразнообразие. В условиях постоянно растущего объема выброса углекислого газа, диоксид серы усугубляет ситуацию, нарушая процессы фотосинтеза и тем самым препятствуя процессам естественного поглощения диоксида углерода.

Сернистый газ оказывает негативное влияние на растения, вызывая, в зависимости от концентрации, хронические и острые поражения листьев и хвои у растений. Наиболее сильно на загрязнение сернистым газом реагируют хвойные древесные растения. Проникая в растения через устьица, диоксид серы растворяется в цитоплазме клеток и приводит к разрушению хлорофилла. Повышение влажности приводит к усилению растворимости сернистого газа и подкислению среды, что негативным образом сказывается на хлорофилле: «при низких значениях pH среды (3,2-4,4) хлорофилл необратимо окисляется, а при pH = 2-3 претерпевает еще более глубокие изменения» [2]. Накопление серы в листьях, сначала вызывает ожоги, а затем полное отмирание листьев и хвои. Наиболее опасно загрязнение атмосферы для молодых побегов, а так же в период цветения и плодоношения. К острым поражениям относятся видимые повреждения, такие как пожелтение листвы и преждевременное опадение хвои. К скрытым поражениям - замедление скорости фотосинтеза и изменение метаболизма. Хроническое поражение сернистым газом происходит при концентрациях от 0, 08 до 0,32 мг/м^3. Острое поражение происходит при 2 мг/м^3. При этом необходимо отметить, что предельно допустимая концентрация (ПДК) по сернистому газу в атмосферном воздухе составляет: максимальное разовое (ПДК мр) /Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) - 0,5 мг/м^3, ПДК среднесуточное (ПДКср) – 0,05 мг/м^3 [4]. Виды поражений у хвойных растений в зависимости от концентрации сернистого газа приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние концентрации сернистого газа на хвойные растения

Растения	ПДК ср. SO_2, мг/м^3	ПДК мр SO_2, мг/м^3	Концентрация SO_2, мг/м^3	Время воздействия, ч	Вид поражения
Хвойные	0,05	0,5	2	1-2	острое
Хвойные	0,05	0,5	0,08-0,32	>2	хроническое

Выводы

1. Сернистый газ является одним из самых опасных загрязнителей атмосферного воздуха, который вызывает изменения в структуре хлорофилла и снижает интенсивность фотосинтеза.

2. Некоторые организмы обладают повышенной чувствительностью к данному загрязнителю, поэтому могут быть использованы в качестве индикаторных видов.

3. На территории района Коптево произрастает ель колючая, она относится к организмам средней чувствительности, поэтому она была выбрана в качестве объекта исследования.

4. Диоксид серы, в зависимости от концентрации, вызывает хронические и острые поражения листьев и хвои. Хроническое поражение сернистым газом происходит при концентрациях от 0, 08 до 0,32 мг/м^3. Острое поражение происходит при 2 мг/м^3. К острым поражениям относятся видимые повреждения, такие как пожелтение листвы и преждевременное опадение хвои. К скрытым поражениям - замедление скорости фотосинтеза и изменение метаболизма.

Глава 2

2.1.Методика исследования

За основу нашей работы мы взяли методические указания к лабораторным работам по экологии. Биоиндикация состояния окружающей среды [5]. Для проведения исследования необходимо было собрать образцы хвойных растений (срезать ветви) одного вида и примерно одного возраста из исследуемых точек на городской территории и из относительно чистого загородного района. Далее работа проводилась по следующему плану:

1. Изучение хвои.

А. Хвою рассматривают на предмет выявления хлорозов и некрозов. Хлороз является одной из причин снижения активности фотосинтеза из-за нарушения образования хлорофилла. Признаки хлороза: пожелтение и усыхание листьев, хвои и верхушек побегов. Некроз - омертвление тканей, приводящий к преждевременному усыханию и отмиранию листьев и хвои.

Проводится визуальная оценка на наличие пятен и точек буроватого, красноватого или жёлтого оттенка, оценивается их количество и процент покрытия. Данная информация является качественным признаком негативного воздействия среды на растения.

Б. Измерение ширины и длины хвои.

Уменьшение размеров некоторых органов, таких как длина и ширина хвои и шишек, сближенность расстояния между хвоинками (их больше на 10 см побега, чем в чистой зоне), утолщение и укорочение побегов, количества заложенных почек свидетельствует о неблагоприятном газовом составе атмосферы.

Измеряют хвою с помощью миллиметровой бумаги и лупы. Повторность должна быть 10- 20 кратная, т.к. этот признак довольно изменчив (Фото 1).

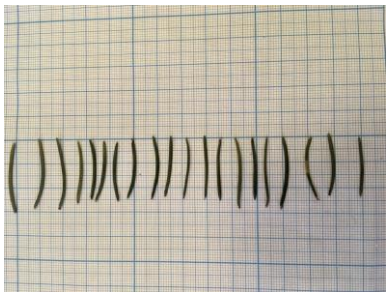

Фото 1. Измерение длины и ширины хвои

В. Установление продолжительности жизни хвои.

Продолжительность жизни хвои устанавливают по мутовкам (Рис. 2).

Рис. 2. Определение возраста побегов хвойных растений по мутовкам

В загрязнённых районах, продолжительность жизни хвоинок колеблется от 1 года до трёх лет, тогда как чистых до 6-7 лет [6].

Г. Масса хвои.

Хвою высушивают на воздухе до абсолютно сухого состояния и взвешивают 1000 штук, отсчитав два раза по 500 штук.

Д. Сближенность хвоинок.

Отмеряют 10 см побега прошлого года и подсчитывают количество хвоинок. Если размер побега короче, то расчёт ведут по существующей длине, но впоследствии пересчитывают их количество на 10 см побега. Измерения проводят несколько раз и берут среднее значение. Все полученные результаты заносят в таблицу (см. Табл. 2).

Таблица 2

Результаты измерения хвои

Место взятия образца	Длина, мм	Ширина, мм	Продолжи-тельность жизни,лет	Число хвоинок на 10 см побега, шт	Вес 1000 шт, гр
Ул. Большая Академи-ческая	22	1	1 год	47	18
Ул. Михалковская	21	1	1 год	53	16

2. Изучение побегов.

А. По междоузлиям измерят длину побега каждого года. Измерения начинают проводить с последнего побега, который является побегом первого года жизни (см. Фото 2-7).

Фото 2-4. Измерение побегов 1-го,2-го и 3-го года жизни на образце с ул. Михалковской

Фото 5-7. Измерение побегов 1-го,2-го и 3-го года жизни на образце с ул. Б. Академической

Б. Устанавливают толщину осевого побега второго года жизни.

В. В местах мутовок подсчитывают ветвление. Выводится среднее значение.

Г. На побегах устанавливают наличие некрозов коры.

3. Изучение почек.

А. Подсчитывают число сформировавшихся почек, устанавливают среднее значение.

Б. Измеряют длину и толщину почек. Собранные данные по побегам и почкам заносят в таблицу (см. Табл. 3).

Таблица 3

Результаты измерения побегов и почек

Место взятия образца	Побеги			Почки		
	Длина осевых побегов, мм	Толщина осевых побегов, мм	Ветвление, шт	Число, шт	Длина, мм	Толщина, мм
Ул. Михалковская						
1 год	75	2	3	0		
2 год	80	2	2	0		
3 год	85	3,5	3	0		
Ул. Б. Академическая						
1 год	45	2	3	1	7	5
2 год	50	3	2	0		
3 год	100	3	3	0		

2.2.Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных на примере района Коптево

В качестве объекта для исследования мы срезали ветви елей примерно одного возраста из двух точек, расположенных на территории района Коптево,

города Москвы (Рис.3). Ветви срезали на высоте примерно 1,5-2 м со стороны, обращённой к дороге.

Рис.3. Карта района Коптево с местами взятия образцов (ул. Большая Академическая, ул. Михалковская.)

1. Изучение хвои.

При помощи лупы мы осмотрели хвою на предмет наличия некрозов и хлорозов кончиков хвоинок и всей поверхности в целом. На наших образцах мы обнаружили точечную пятнистость желтоватого оттенка, (см. Фото 8, 9), что свидетельствует о хлорозе.

Фото 8, 9. Хлороз хвои на побегах ели первого года жизни. Ул. Б. Академическая

Возраст хвои. На наших образцах, взятых на ул. Б. Академическая, на побегах третьего года жизни отсутствует хвоя, что свидетельствует о некрозе (См. Фото 10,11).

Фото 10, 11. Некроз хвои и побегов. Ул. Б. Академическая

На образцах, взятых на ул. Михалковская, некроз хвои наблюдается на побегах первого года жизни.

2. Изучение побегов. На образце, взятом на ул. Академическая, мы наблюдали в мутовках отсутствие ветвления, что указывает на сокращение количества почек тремя годами ранее и является важным признаком, косвенно указывающим на неблагоприятный газовый состав атмосферы.

На образце, взятом на улице Михалковской, мы наблюдаем некроз побегов 1-го года жизни. Почки на побегах не сформированы, следовательно, рост ветвей прекращён (Фото 12,13).

Фото 12. Некроз побегов ели. Ул. Михалковская

Фото 13. Некроз кончиков побегов на образце с ул. Михалковской

3. Изучение почек. На образцах, взятых на обоих участках, наблюдается некроз кончиков ветвей. Почки не сформированы, и лишь на некоторых побегах имеется по одной живой почке, что указывает на острое поражение сернистым газом.

Выводы

1. Наличие хлорозов и некрозов хвои на побегах 3-го года жизни (образец с ул. Академической), малое количество сформированных почек свидетельствует о хроническом и остром поражении елей.

2. Наличие некрозов на верхушках побегов (образец с ул. Михалковской), отсутствие живых сформированных почек свидетельствует об остром поражении елей.

3. Наличие комплекса признаков поражения у хвойных, на примере ели колючей, свидетельствует не только о наличии сернистого газа в атмосфере, но и является косвенным признаком превышения предельно допустимой концентрации по сернистому газу.

Заключение

Проведённое нами исследование позволило установить наличие комплекса признаков хронического и острого поражения у хвойных растений, что является косвенным подтверждением присутствия в атмосферном воздухе района Коптево сернистого газа. Наличие некроза хвои, отмирание верхушек побегов свидетельствует о симптомах острого поражения сернистым газом и указывает на превышение предельно допустимых концентраций по сернистому газу, а именно более 2 мг/м^3.

Мы полагаем, что наша работа ляжет в основу организации биомониторинга за состоянием елей на территории района Коптево. В дальнейшем, мы продолжим наблюдения за хвойными объектами, включив исследование сосны обыкновенной и ели обыкновенной, как видов, являющихся «очень чувствительными» к концентрации сернистого газа.

Мы планируем составить карту состояния среды исследуемой нами территории района Коптево, что позволит нам оценивать загрязненность атмосферы в течение длительного периода и прогнозировать изменения состояния хвойных растений под воздействием антропогенных факторов.

Список литературы

1. https://ac.gov.ru/files/publication/a/23719.pdf
2. http://plantlife.ru/books/item/f00/s00/z0000011/st039.shtml
3. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006. — 416 с
4. Назаренко Н.Н. Биоиндикация окружающей среды: учебно-практическое пособие /Н.Н. Назаренко, М.Ю. Мосиенко. – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2019 – 115 с.
5. https://data.mos.ru/opendata/2444/row/171651565
6. Экология. Биоиндикация состояния окружающей среды. Методические указания / Фолин А.М. – Томск, 2019, -102 с.
7. Пономарёва И.Н., Корнилова О.А., Кучменко В.С., Биология: 6 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2013.