**Анализ содержания воска в хвое сосны обыкновенной в зависимости от агрессивности внешней среды**

Оствальд Герман Сергеевич,

Муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Эколого-биологический центр»,

11 класс

Научный руководитель:

Оствальд Рената Раисовна,

педагог дополнительного образования

Муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Эколого-биологический центр»

г. Сургут, 2024 год

**АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВОСКА В ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРЕССИВНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

Оствальд Герман Сергеевич,

Муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Эколого-биологический центр», 10 класс

Аннотация

Многие хвойные растения обладают способностью увеличивать содержание воска в кутикуле в ответ на увеличение содержания кислотообразующих газов в атмосфере. Такая реакция на внешнее воздействие представляет собой биохимическую адаптацию растений к неблагоприятным условиям жизни. Сравнивая содержание воска в хвое растений, обитающих в различных районах города, можно судить о степени антропогенного воздействия на городскую флору со стороны промышленности и транспорта. Загрязнение воздушной среды, приводит к ранней гибели городских зелёных насаждений и отрицательно влияет на состояние близлежащих лесных массивов. Это приводит к снижению качества жизни населения промышленных городов. Хвойные деревья имеют огромное значение и в планетарном масштабе, они преобладают в таёжной зоне.

**АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВОСКА В ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРЕССИВНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

Оствальд Герман Сергеевич,

Муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Эколого-биологический центр», 11 класс

Введение

В последнее время весьма актуальным является наблюдение за изменениями состояния окружающей среды, вызванными антропогенными факторами. Система этих наблюдений составляет суть экологического мониторинга. В этих целях все чаще применяют эффективный и недорогой способ мониторинга среды – биоиндикация, т.е. использование живых организмов для оценки состояния окружающей среды. Растения очень сильно реагируют на окружающую среду, по котором можно провести биологический мониторинг. Как правило, несильные и кратковременные изменения факторов внешней среды не приводят к существенным нарушениям физиологических функций растений, что обусловлено их способностью сохранять стабильное состояние при изменяющихся условиях внешней среды. Однако резкие и длительные воздействия приводят к нарушению многих функций растения, а часто и к его гибели. При действии неблагоприятных условий снижение интенсивности физиологических процессов и функций может достигать критических уровней, не обеспечивающих реализацию генетической программы онтогенеза, нарушаются энергетический обмен, системы регуляции, белковый обмен и другие жизненно важные функции растительного организма. Поэтому, исследователи рассматривают растения, как наиболее чувствительные и надёжные индикаторы загрязнённости атмосферы (Артамонов В.И., 1989). Отрицательно воздействуют на растения практически выбросы, но особенно: окислы серы, частицы тяжёлых металлов, соединения фтора, фотохимическое загрязнение, углеводороды, окись углерода, содержащаяся в выхлопных газах автомобилей (Загрязнение воздуха и жизнь растений, 1988). Растения рано стареют, редеет и уродуется их крона, преждевременно желтеют и опадают листья и хвоя. По мнению Артамонова В.И. индикатором загрязнённости атмосферы может служить сосна обыкновенная.

Многие хвойные растения обладают способностью увеличивать содержание воска в кутикуле в ответ на увеличение содержания кислотообразующих газов в атмосфере. Такая реакция на внешнее воздействие представляет собой биохимическую адаптацию растений к неблагоприятным условиям жизни [1, с. 50]. Сравнивая содержание воска в хвое растений, обитающих в различных районах города, можно судить о степени антропогенного воздействия на городскую флору со стороны промышленности и транспорта.

Загрязнение воздушной среды, приводит к ранней гибели городских зелёных насаждений и отрицательно влияет на состояние близлежащих лесных массивов. Это приводит к снижению качества жизни населения промышленных городов. Хвойные деревья имеют огромное значение и в планетарном масштабе, они преобладают в таёжной зоне. Тайга считается «лёгкими планеты», именно сосна способна производить довольно большое количество кислорода. Кроме того, известно, что на фоне нарастающего загрязнения окружающей среды, северные экосистемы очень медленно восстанавливаются [2, с. 200]. В связи с этим становится актуальным раннее выявление повреждающих факторов, связанных с воздействием воздушных поллютантов.

**Актуальность работы** в том, что загрязненный воздух отрицательно влияет на окружающею среду.

**Новизной работы** является изучение загрязнения воздуха на исследованных участках по состоянию хвои сосны обыкновенной.

**Цель работы**: по содержанию воска в хвое изучить реакцию хвойных растений на различную степень антропогенной нагрузки.

**Задачи работы:**

1.Определить содержание воска в хвое растений, произрастающих в районах с различной степенью антропогенной нагрузки.

2. По количеству воска оценить степень антропогенного воздействия в виде выхлопов автотранспорта на хвойные растения.

3. Сделать вывод об агрессивности окружающей среды в изучаемых точках города.

Объект изучения: сосна обыкновенная произрастающая в различных районах и за пределами города Сургута.

**Предмет исследования:** влияние выхлопов автотранспорта на накопление воска в хвое.

**Теоретическое значение и практическое** значение заключается в том, что результаты нашего исследования будут использоваться в мониторинге экологического состояния воздушной среды города Сургута, а также на уроках в образовательных организациях.

**Гипотеза:** по накоплению воска в хвое можно судить о загрязнении воздуха, а сосну обыкновенную можно использовать в качестве биоиндикатора для оценки загрязнённости атмосферы.

Основная часть

Из хвойных пород самая ценная является сосна обыкновенная, которое любит свет, жароустойчивое и морозоустойчивое. Сосна - дерево, которое своеобразно готовится к зимнему периоду. Ведь испарение при «минусовой» температуре губительно для растения, в то же время хвоя осталась на ветвях. Справляется с этим растение довольно просто: с наступлением холодов на иголки ложится тонкий слой воска, устьица закрываются, следовательно – прекращается дыхание.

При неблагоприятных условиях сосна обыкновенная вырастает небольшой высотой. Произрастая в городе плохо реагирует на загрязненный воздух. За несколько лет жизни в городе смолистая поверхность иголок покрывается пылью и копотью, что мешает фотосинтезу растения.

Оценка состояния окружающей среды г.Сургута выполняется по нескольким параметрам. В числе основных состояние атмосферного воздуха, поверхностных вод, состава почвы, уровень озеленения города.

По данным «Ежегодника состояния атмосферного воздуха на территории ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС» загрязнение атмосферного воздуха, отмечалось, как и в предыдущие годы, в связи с повышением концентраций формальдегида в зимние месяцы при наступлении неблагоприятных метеорологических условий для рассеивания загрязняющих веществ. В отдельные периоды метеорологические условия способствуют накоплению примесей в приземном слое атмосферы, поступающих от выбросов предприятий и автотранспорта. По уровню загрязнения преобладают азота диоксид, окись углерода, сернистый ангидрид, пыль неорганическая, пыль древесная, пыль цементная. Озеленение и другие мероприятия по обеспечению охраны окружающей среды запланированы в муниципальной программе «Охрана окружающей среды города Сургута на 2014-2030 годы». [5]

Сильнейшим антропогенным воздействием на фитоценозы оказывают загрязняющие вещества в окружающем воздухе, такие как диоксид серы, углеводороды. Среди них наиболее типичным является диоксид серы, образующийся при сгорании серосодержащего топлива в отопительных печах населения, а также транспорта, особенно дизельного.

Устойчивость к диоксиду серы различна. Из высших растений повышенную чувствительность к SO2 имеют хвойные деревья (кедр, ель, сосна). Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния, принимаемого в настоящее время за «эталон биодиагностики».

Биоиндикация – это оценка состояния среды с помощью живых объектов. Биоиндикаторы – это биологические объекты (от клеток и биологических макромолекул до экосистем и биосферы), используемые для оценки состояния среды. Среди отслеживаемых показателей видное место заняли биологические индикаторы: эпифитные лишайники, напочвенная растительность, кустарниковая и древесная растительность, биомасса деревьев, химический состав хвойных игл, микроэлементы в хвое и т. д.

Растения, произрастающие в городе, страдают от выхлопных газов автомобилей и дыма труб. Они рано стареют, редеет и уродуется их крона, преждевременно желтеют и опадают листья. Если сосны растут поблизости от промышленного предприятия, то хвоя опадает тем раньше, чем сильнее загрязнен воздух. В нормальных условиях хвоя сосны опадает через 3 - 4 года, а поблизости от промышленного предприятия - значительно раньше. Это растение может с успехом служить индикатором загрязненности атмосферы.

Воска являются одной из пяти групп веществ, относимых к липидам. К воскам относят сложные эфиры тяжелых одноатомных спиртов и жирных кислот с длиной углеродной цепи от 20 до 24 атомов. Наряду с кутином, воска являются составной частью кутикулы, защищающей поверхностные слои живых клеток растений, а, следовательно, и весь организм от механических воздействий, потери влаги, а также от действия ряда агрессивных веществ антропогенного происхождения.

Многие хвойные растения обладают способностью увеличивать содержание воска в кутикуле в ответ на увеличение содержания газов в атмосфере. Сравнивая содержание воска в хвое, обитающих в различных район города Сургута, можно судить о степени антропогенного воздействия на городскую флору со стороны промышленности и транспорта.

Методы и техника исследования:

***Материалы и оборудование***: разные образцы хвои ели, стеклянные стаканчики на 50 мл – 2 шт., фотоколориметр, вода дистиллированная, весы, разновесы.

Характеристика территорий отбора проб (рис.1.):

Отбиралась хвоя с площадок 10\*10 метров, с 5 разных деревьев. Хвоя объединялась в среднюю пробу.

Т. 1 Экологическая тропа эколого-биологического центра.

Т. 1.1. Снежный, район дачного кооператива у дороги.

Т. 2 Граница восточного и центрального районов «Парк за Саймой».

Т. 3 Центральный район города Сургута, ул. Ленина, вблизи проезжей части.

Т. 3.1. Центральный район города Сургута, ул. Майская, вблизи проезжей части.

Работа проведена на базе Центра коллективного пользования и Научно-образовательного центра института естественных и технических наук Сургутского государственного университета при сотрудничестве с МАОУ ДО Эколого-биологическим центром (г. Сургут).

Ход работы:

1. В работе использовали хвою сосны обыкновенной, произрастающих в разных районах города. В чистые химические стаканчики поместили по 3 грамма хвои каждого образца, куда приливали по 25 мл дистиллированной воды. Стаканчики одновременно помещали на плитку, где нагревали до кипения и кипятили ровно 5 минут. В ходе кипячения воска отделялись от кутикулы.

2. Из стаканчиков удаляли остатки хвои и, охладив до 30-37 С, измеряли на фотоколориметре оптическую плотность в полосе 750 нм. В теплой воде воска образуют тонкую взвесь, которая сильно рассеивает свет. Образец, показавший наибольшее светорассеяние, происходит из хвои с наибольшим количеством воска в составе кутикулы. Следовательно, именно эта хвоя формировалась в условиях наибольшего антропогенного давления.

Анализ проводили на приборе «фотоэлектроколориметр КФК-3». Содержание воскоподобных веществ в хвое определялось по светорассеянию (оптической плотности, Е) взвеси воскоподобных веществ в дистиллированной воде по сравнению с контролем (дистиллированная вода) на приборе фотоэлектроколориметр «КФК-3». В дополнение к основной методике, кроме измерения оптической плотности было проведено измерение пропускания взвеси (П%), и выраженное в процентах [1, с. 51].

Определение пылевого загрязнения проведено весовым методом путём фильтрования смывов хвои через предварительно взвешенные фильтры, последующим просушиванием в сухожаровом шкафу и взвешиванием сухих фильтров.

Все исследованные образцы имели как разную оптическую плотность, так и, соответственно, разный процент пропускания. Наибольший процент пропускания и низкие показатели оптической плотности наблюдались у хвои Pinus sylvestris территории Т. 1 и Т. 2 (табл. 1). Предполагаем, что эти территории можно отнести к наименее подверженным воздушному загрязнению.

Хвоя растений, произраставших на Т 3.1., имела самый низкий показатель

П –38,7 % и самую высокую Е – 0,419, что может указывать на высокий уровень аэрогенного загрязнения (табл. 1).

Высокой запылённостью хвои характеризовалась хвоя территории Т.3, Т. 3.1., расположенная непосредственно у проезжей части, где показатель содержания пыли составил 0,0650 г. Содержание пыли в сухом остатке смывов с хвои Pinus sylvestris других пробных площадок не имело существенных различий и составило 0,0168 - 0,0210 г (табл. 1).

Таким образом, можно предположить, что сосна обыкновенная способна накапливать воск на поверхности хвои в ответ на воздушное загрязнение среды. Судя по результатам анализа накопление воска на поверхности хвои сосны обыкновенной, исследованные нами территории можно расположить в ряд возрастания отрицательного воздействия воздушного загрязнения:

Т. 3.1. – Т.3 – Т.1.1. - Т.2. – Т.1

**Заключение**

Источников антропогенного характера, вызывающих загрязнение атмосферы, а также нарушения экологического равновесия в биосфере, множество. Однако самыми значительными из них являются два: транспорт и промышленность. Сосновые леса наиболее чувствительны к загрязнению воздуха. Поэтому в перспективе можно продолжить мониторинг участков не только по состоянию хвои не только сосны обыкновенной, но также и других хвойных растений.

Если увеличится количество автотранспорта, то это повлечет за собой ряд нежелательных последствий – такое растение как сосна не сможет существовать в условиях загрязнения. Выяснили, что деревья с большим количеством воска сосны расположены вблизи дорог. Сосна является индикатором чистого воздуха, там, где воздух сильно загрязнен, на хвое сосны появляются повреждения и снижается продолжительность жизни дерева. Таким образом, сосна является основным чистильщиком окружающего воздуха, дает людям тепло, жилище, строительные материалы.

Значительное снижение вредного воздействия автотранспорта на окружающую среду можно ожидать за счет улучшения качества автомобильного топлива, производимого на нефтеперерабатывающих заводах, «омоложение» автомобильного парка с использованием стандартов, а также, за счет выведения транзитных потоков автотранспорта за пределы населенных пунктов.

При выполнении данной работы был проведен обзор литературы по теме. Подобраны методики для проведения исследовательской части. Полученные данные были обработаны и сделаны выводы о морфологических изменениях сосны обыкновенной в городе Сургуте и близлежащих поселках, а также выводы о степени газодымового загрязнения воздуха.

Сравнив полученные данные на участках вдоль автодороги и в лесном массиве, мы убедились в справедливости того, что сосна является важнейшим биоиндикатором антропогенного влияния на окружающую среду.

Планируется заложить основу для проведения многолетнего экологического мониторинга в городе Сургуте. Дальнейшие исследования будем проводить, сравнивая как влияет сезонность хвои на загрязнение. Планируем взять в тех же участках другие хвойные деревья для сравнения и влияния воска на загрязнение окружающей среды города Сургута.

Приложение 1

Рис 1. Карта отбора проб

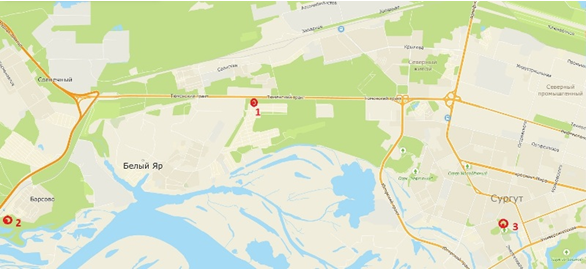


Таблица 1

**Показатели, характеризующие влияние аэрогенного загрязнения на хвою *Pinus sylvestris***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название ПП | Сухой остаток (г) | Показатель пропускания взвеси воска в дистиллированной воде  (П%) | Показатель оптической плотности взвеси воска в дистиллированной воде  (Е) |
| Т. 1. | 0,0210 | 84,9 | 0,082 |
| Т. 1.1. | 0,0184 | 58,3 | 0,372 |
| Т. 2. | 0,0168 | 69,9 | 0,267 |
| Т. 3. | 0,0179 | 43,6 | 0,355 |
| Т. 3.1. | 0,0658 | 38,7 | 0,419 |

Список литературы

1. Физиология растений: метод. пособие по выполнению лаб. работ / сост.: П. Н. Макаров. Сургут. Гос. Ун-т ХМАО – Югры , 2014 – Сургут : ИЦ СурГУ, 2008 – С. 50-51.
2. Свириденко Б.Ф., Стариков В.П., Мурашко Ю.А. и др. Перспективы участия Научно- исследовательского института экологии Севера Сургутского государственного университета в выполнении Государственной программы "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года" // Северный регион: наука, образование, культура. - 2015 – № 2, т.2 – С. 199-209.
3. Интернет- журнал на uced.ru «Декоративный сад».
4. Ковылина, О.П. Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в зоне техногенного загрязнения /О.П. Ковылина, И.А.Зарубина, А.Н.Ковылин// Хвойные бореальной зоны – №3, – 2008.  С.284–289
5. <http://slib.ru/okruzhayushchaya-sreda-surguta>
6. Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского автономного округа <https://prirodnadzor.admhmao.ru>
7. Амбарцумян В. В., Носов В.Б., Тагасов В. И.. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 1999г 3. Аналитический обзор. Состояние окружающей среды Республики Хакасия в 2009году/Государственный комитет по охране окружающей среды и природопользованию Республики Хакасия-Абакан: ООО Фирма «Март», 2010.-92 стр. с., фото,табл., диагр
8. Загрязнение воздуха и жизнь растений. Л.: Гидрометеоиздат, 1988
9. .Федорова А.И. Биоиндикация состояния городской среды по реакциям древесных растений//Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. Воронеж: Изд-во Квадрат, 1996. - С.212-213.
10. Цветкова Л.И. Экология: Учебник для технических вузов / Л.И. Цветкова.- М.: Химиздат, 2001. - 192 с. 21
11. Якунина И.В. , Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. - 188
12. Буйволов, Ю.А. Методика оценки жизненного состояния леса по сосне / Ю.А. Буйволов, М.В. Кравченко, А.С. Боголюбов – М.: Экосистема, 1998. – 25 с.
13. Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг: Учебн. - методическое пособие / Т.Я. Ашихмина, Н.Б. Зубкина; под ред. Т.Я. Ашихминой - М.: Академический проект, 2005. - 205 с.