

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра ботаники

Выпускная квалификационная работа

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЫЛЬЦЫ *TARAXACUM OFFICINALE* WEBB ДЛЯ
БИОИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.**

Работу выполнил:
студент Z651 группы
направления подготовки
44.03.01 Педагогическое образование,
Профиль «Биология»
Мелехина Анна Андреевна

(подпись)

«Допущена к защите в ГЭК»

Зав. кафедрой

Руководитель:
кандидат биол. наук,
доцент кафедры ботаники
Лебединский Иван Александрович

(подпись)

(подпись)

« ____ » _____ 20__ г.

ПЕРМЬ
2018

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	6
1.1.Эколого-географическая характеристика исследуемых территорий.....	7
1.2.Характеристика объекта исследования.....	11
1.3.Оценка функционального состояния пыльцы как метод биоиндикации...13	
1.4. Загрязнение окружающей среды и его виды.....	16
Глава 2. Материалы и методы исследований	21
Глава 3. Результаты исследований их анализ	28
Глава 4. Внедрение исследуемой темы в школьном процессе	32
Выводы.....	36
Список литературы.....	37
Приложения.....	40

Введение

В связи с ростом населения планеты земля и увеличением объемов хозяйственной деятельности человека негативное влияние человека на природные экосистемы возрастает. Результатом глобального процесса урбанизации становится сокращение площадей, занятых лесами (ФАО. 2016.).

Результатом комплексного негативного влияния человека на окружающую среду, особенно в условиях города, становится снижение стабильности, продуктивности и видового разнообразия экосистем, рост количества заболеваний среди людей, животных и растений. Так в Пермском крае в 2011 году на каждые 100 тыс. человек населения зарегистрировано 51,5 новых больных с аллергическим ринитом, что на 2,7 человека больше, чем аналогичный показатель 2010 года (Заболеваемость всего населения России в 2011 году [13]).

Поскольку оценка уровня отдельных антропогенных факторов не всегда возможна, а взаимодействие комплекса таких факторов трудно прогнозировать, актуальным является поиск методов, позволяющих установить общий уровень комплекса негативных факторов среды. Такие методы должны быть легко применимы, давать быстрый и повторяемый результат. Методы биоиндикации отвечают данным требованиям в полной мере.

В данном исследовании в качестве организма-индикатора выбран одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Webb) как растение, широко распространенное как в городских, так и во многих природных экосистемах. Высокая скорость роста позволяет предположить, что развитие растения будет достаточно быстро изменяться под влиянием изменений внешних факторов.

Поскольку формирование мужского гаметофита сопровождается активным делением клеток – этот процесс наиболее чувствителен к различным негативным сочетаниям факторов среды (Белюченко, 2014).

Таким образом, для оценки общего уровня негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду в данном исследовании используются параметры пыльцевых зерен одуванчика лекарственного: процент всхожих зерен и размеры пыльцевых зерен. Вероятно, с ростом интенсивности негативных факторов, можно ожидать уменьшения количества жизнеспособных пыльцевых зерен и их размера (Тужилова, 2011; Иванов, 2009).

Цель исследования: Установить влияние комплексных антропогенных факторов на жизнеспособность и размеры пыльцевых зёрен одуванчика лекарственного.

Достижение поставленной цели предполагало решение следующих задач:

1. Установить зависимость между количеством жизнеспособных пыльцевых зерен одуванчика лекарственного и общим уровнем антропогенной нагрузки на его популяцию.
2. Установить зависимость диаметра пыльцевых зёрен одуванчика лекарственного от общего уровня антропогенной нагрузки на его популяцию.
3. Установить зависимость между диаметром пыльцы и количеством проросших зёрен.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Эколого-географическая характеристика исследуемых территорий

Для города Перми характерен умеренно-континентальный климат, с высокой вероятностью опасных погодных явлений в течение всего года [5]; [6].

Население города составляет 1048011 человек по данным федеральной службы государственной статистики [7].

Основная антропогенная нагрузка на окружающую среду обусловлена автомобильным транспортом и рядом предприятий. За 2016 год зарегистрировано 247 случаев превышения ПДК различных загрязняющих воздух веществ, в основном происходят разовые превышения. Загрязнители атмосферы включают в себя: этилбензол, бенз(а)пирен, оксиды серы и азота, а также тяжелые металлы и ряд других загрязнителей [8].

Почвы города относятся в основном к дерново-среднеподзолистым, с умеренными проявлениями водной эрозии (Копылов 2004; 2012).

Местоположение г. Перми: в Предуралье, на востоке Восточно-Европейской равнины, на берегах р. Камы.

Климат в г. Перми умеренно континентальный. Территория города является зоной повышенного потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА). Метеорологические процессы и условия определяют качество атмосферного воздуха в г.Перми. Так, процессы рассеивания примесей в приземном слое атмосферы осложняются частыми инверсиями, застойными явлениями, штилями и другими метеорологическими явлениями.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в г. Перми в 2016 году производился по 24 показателям: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, хлорид водорода, фторид водорода, аммиак, формальдегид, бенз(а)пирен, ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилолы, этилбензол), тяжелые металлы

(хром, никель, свинец, марганец, медь, цинк, железо, кадмий). За 2016 год в г.Перми отобрано и проанализировано 59 030 проб атмосферного воздуха.

В г. Перми за 2016 год уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризуется как повышенный: СИ=11,3 (формальдегид) – Мотовилихинский район (микрорайон «Городские горки»), НП=8,0 % (фторид водорода) – Кировский район, ИЗА – низкий. В соответствии с показателем ИЗА уровень загрязнения воздуха относится к категории «низкий», но так как СИ более 10, то уровень загрязнения сдвигается в сторону увеличения оценки степени загрязнения и характеризуется, как «повышенный». Общее количество превышений ПДК за год – 247 случаев, из них превышения максимальных разовых ПДКм.р. – 236 случаев.

В предыдущем 2015 году уровень загрязнения атмосферного воздуха повышенный:

СИ=15,3 (этилбензол) – Ленинский район, НП=9,1% (фторид водорода) – Кировский район, ИЗА=4. В соответствии с показателем ИЗА уровень загрязнения воздуха относится к категории «низкий», но так как СИ более 10, то уровень загрязнения сдвигается в сторону увеличения оценки степени загрязнения и характеризуется, как «повышенный». Общее количество превышений ПДК за год – 335 случаев.

Область повышенного загрязнения атмосферного воздуха располагается на юго-западе города (ПНЗ № 17, Индустриальный район) в зоне крупного промышленного комплекса – Осенцовского промузла, также в западной части города (правобережье р. Камы, Кировский район), где расположены крупные предприятия промышленности (ПНЗ № 18) и на северо-востоке города (ПНЗ № 13, Мотовилихинский район) в районе машиностроительного предприятия.

Взвешенные вещества. Средняя за год концентрация равна 89 мкг/м³, что составляет -0,6 ПДК. Максимальная разовая концентрация отмечена на ПНЗ № 12 (Орджоникидзевский район) и ПНЗ № 16 (Ленинский район) уровне 1 ПДК.

Диоксид серы. Средняя за год и максимальная разовая концентрация ПДК 1.

Диоксид азота/оксид азота. Средняя за год концентрация диоксида азота ниже 1 ПДК максимальная разовая концентрация отмечена на ПНЗ № 13 (Мотовилихинский микрорайон «Рабочий поселок») – 1,8 ПДК, всего отмечено 8 случаев превышений максимальной разовой ПДКм.р..

Оксид азота. Средняя за год концентрация оксида азота ниже 1 ПДК, максимальная разовая концентрация отмечена на ПНЗ № 16 (Ленинский район) – 1,3 ПДК, всего по городу зарегистрирован 1 случай повышения максимальной разовой ПДКм.р..

Оксид углерода. Средняя за год концентрация по городу – 0,3 ПДК.

Максимальная из разовых концентрация отмечена на ПНЗ № 13 – 2,0 ПДК.

Всего отмечено 19 случаев превышений максимальной разовой ПДКм.р..

Бенз(а)пирен. Средняя за год концентрация бенз(а)пирена – 0,9 ПДК.

Максимальная из среднемесячных концентрация обнаружена на ПНЗ №17 – 1,9 ПДК, всего по городу зарегистрировано 7 случаев превышений среднемесячной ПДК.

Специфические примеси. Средняя за год концентрация в атмосферном воздухе формальдегида 0,8 ПДК. В 2016 году был зарегистрирован единичный случай высокого загрязнения атмосферы формальдегиду – 11,3 ПДК, высокое загрязнение зарегистрировано 17 февраля 2016 года в 07.00ч. на ПНЗ № 20 в Мотовилихинском районе (микрорайон «Городские горки»), при метеорологических параметрах: ветер юго-восточного направления, скорость ветра 6 м/с, температура воздуха - 5,2°С.

Кроме этого по городу зарегистрировано 9 случаев превышений максимальной разовой

ПДКм.р., обнаруженный из них максимум – 8,4 ПДК. Средняя за год концентрация фторида водорода составила 1,1 ПДК. Максимальная разовая концентрация – 6,2 ПДК обнаружена на ПНЗ № 18 (Кировский район), всего по городу зарегистрировано 102 случая превышений максимальной разовой ПДКм.р.. Годовой ход среднемесячных концентраций фторида водорода в целом по г. Средняя за год и максимальная разовая концентрации аммиака ниже 1 ПДК. Средняя за год концентрация хлорида водорода – 0,1 ПДК. Максимальная из разовых концентрация – 3,0 ПДК отмечена на ПНЗ №16 (Ленинский район), всего по городу зарегистрировано 6 случаев превышений максимальной разовой ПДКм.р.. Средняя за год и максимальная разовая концентрации сероводорода ниже 1 ПДК.

Средняя за год концентрация фенола в целом по городу – 0,3 ПДК. Максимальная разовая концентрация – 1,5 ПДК отмечена на ПНЗ № 18 (Кировский район), всего по городу зарегистрировано 11 случаев превышений максимальной разовой ПДКм.р.. Ароматические углеводороды. Превышений максимальной разовой ПДКм.р по толуолу и бензолу не зарегистрировано. Максимальные из разовой концентрации ароматических углеводородов отмечены на ПНЗ №18 и составили: по ксилолу – 5,0 ПДК, по этилбензолу – 8,1 ПДК.

Всего отмечено 14 случаев превышений максимальной разовой ПДКм.р. по ксилолам и 65 случаев по этилбензолу.

Тяжелые металлы. Средние за год концентрации тяжелых металлов не превысили 1 ПДК.

Максимальные из среднесуточных концентраций отмечены по: марганцу, 3 случая на ПНЗ № 13 до 1,6 ПДК; меди, 1 случай на ПНЗ № 14 – 1,5 ПДК. По другим определяемым тяжелым металлам превышений ПДКс.с. не обнаружено.

Тенденции загрязнения атмосферы за 2012-2016 гг. Средние концентрации взвешенных веществ, фенола, фторида водорода, тяжелых металлов (медь) повысились. Снизилась средняя концентрация оксид углерода, диоксида азота, оксида азота, серо-водорода, аммиака, хлорида водорода, формальдегида, ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы, этилбензол), бенз(а)пирен [8].

Село Юрла, Коми-пермяцкий округ, Пермский край рассмотрено в данной работе как территория, подверженная низкой антропогенной нагрузке, население села 4211 [3] однако, через село проходит автомагистраль Пермь-Кудымкар-Гайны, а роза ветров [30] не исключает периодическое влияние атмосферных загрязнителей из источников, расположенных в Березниках и других крупных городах Края. В Березниках за 2016 год было зарегистрировано 126 случаев превышения ПДК атмосферных загрязнителей, в основном хлорида водорода и этилбензола [8].

Почвы в с.Юрла также, как и почвы г.Перми относятся к дерново-подзолистым (сильноподзолистым) (Копылов 2004; 2012), что облегчает сравнение биоиндикационных данных связанных с особенностями роста и развития растений, исключая влияние эдафического фактора.

Деревня Костино, Сарапульского р-на, Удмуртской Республики является самой малонаселенной из исследованных территорий, население 363 (Каталог населённых пунктов Удмуртской республики, 2012).

Несмотря на близкое расположение крупного города Сарапул влияние антропогенных источников на данной территории минимально, т.к. через населенный пункт не проходят крупных дорог, а для Сарапула и его окрестностей характерно преобладание южных направлений ветров, Вероятность северного ветра 16,4% [31]. Почвы в д.Костино относятся к дерново-подзолистым (Рысин, 2016)

1.2. Характеристика объекта исследования

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Webb) – широко распространенный представитель луговой растительности и растительности урбанизированных ландшафтов. — многолетнее травянистое растение семейства астровых, имеет толстый стержневой ветвистый корень, который почти отвесно идет в глубь земли и достигает длины 50 см. На беловатой поверхности корня под лупой можно заметить пояса млечных ходов в виде темных колец. Листья в прикорневой розетке струговидно-перисто-рассеченные. Их величина зависит от места, где растет одуванчик. На сухих почвах при ярком солнце листья у одуванчика длиной не более 15-20 см, а в канавах, где влажно и тень, они вырастают нередко в три раза длиннее. Если посмотреть внимательно на лист растения, то можно заметить, что по его середине проходит нечто вроде желобка. Оказывается, эти желобки собирают влагу, в том числе и ночную, и направляют ее ручейками к корню.

Цветочный стебель (стрелка) одуванчика толстоватый, безлистный, цилиндрический, дудчатый, на верхушке несет одну желто-золотистую головку, которая представляет собой не отдельный цветок, а целую их корзинку. Каждый цветок имеет вид трубочки с пятью сросшимися лепестками и приросшими к ним пятью тычинками. Соцветия-корзинки одуванчика ведут себя по-разному и в течение дня, и в зависимости от погоды. Во второй половине дня и во влажную погоду они закрываются, предохраняя пыльцу от намокания. В ясную погоду соцветия открываются в 6 ч утра и закрываются в 3 ч дня. Таким образом, по состоянию соцветий одуванчика можно довольно точно узнать время (Сотник, 1999).

Плоды у одуванчика — невесомые, сухие семянки, прикрепленные длинным тонким стерженьком к пушинкам-парашютикам, которые легко сдуваются ветром. Интересно, что парашютики исключительно точно выполняют свое назначение: при полете семянки одуванчика не

раскачиваются и не переворачиваются, они всегда внизу, и, приземляясь, уже готовы к посеву.

Минимальная температура прорастания семян $+2...4^{\circ}\text{C}$. Всходы одуванчика из семян и побеги от почек на корневой шейке появляются в конце апреля и в течении лета. Летние всходы перезимовывают. Цветёт в мае – июне. Максимальная плодовитость растения – 12 тысяч семян, которые прорастают с глубины не более 4...5 см.

Одуванчик легко приспосабливается к условиям среды и благополучно выживает, перенося вытаптывание и выпас.

Одной из особенностей одуванчика является наличие большого количества морф, подвидов и апомиктных линий. Морфологические и экологические различия между этими внутривидовыми группами могут быть весьма значительными (Кашин и др, 2003; Северюхина, 2003).

Однако, размеры пыльцы ряда морф одуванчика лекарственного различаются значительно как правило в экстремальных условиях, а всхожесть пыльцевых зерен в ряде случаев определяется не подвидовой принадлежностью, а условиями окружающей среды (Северюхина, 2003).

Широкая распространенность и неприхотливость одуванчика делают его перспективным объектом для биоиндикационной оценки качества окружающей среды, несмотря на сложности, вносимые внутривидовым полиморфизмом.

1.3. Оценка функционального состояния пыльцы как метод биоиндикации

Процесс формирования мужского гаметофита сопровождается интенсивным делением клеток, по этой причине справедливо предполагать, что любые отклонения значений факторов среды от оптимальных будут оказывать на этот процесс значительное влияние (Белюченко, Федоненко, 2014; Тужилова, 2011; Иванов и др., 2009).

Для оценки качества окружающей среды палинологическим методом учитывается количество abortивных и фертильных пыльцевых зерен. Для этого у ряда растений пыльцевые зерна окрашивают раствором йода. Содержащие крахмал фертильные зерна при этом приобретают синеватую окраску. Другим вариантом определения фертильности является непосредственное проращивание пыльцевых зерен, к данному способу следует прибегать в тех случаях, когда пыльца значительно варьирует по размерам или содержание крахмала в пыльце невысоко.

Проращивание пыльцевых зерен осуществляется в тонком слое раствора сахарозы (или других углеводов) между покровным и предметными стеклами. Концентрация сахарозы в растворе или твердой питательной среде колеблется от 5 до 15% в зависимости от вида растения (Паушева, 1988; Шантасов и др., 2014). Количество проросших зерен учитывается под микроскопом.

Вторым важным показателем являются размеры пыльцевых зерен, любые существенные отклонения от средних значений могут быть признаком неблагоприятного сочетания факторов, действующих на растение. В условиях стресса увеличивается размах вариации размеров пыльцы: появляются мелкие и гигантские пыльцевые зерна. Средний размер пыльцевых зерен у ряда растений в неблагоприятных условиях уменьшается.

В настоящее время при оценке состояния окружающей среды ведущая роль отводится физическим и химическим методам

экологического контроля. Их сущность сводится к сравнению загрязнения отдельных компонентов природных комплексов с ПДК или ПДУ. Однако существующие системы нормативов не обеспечивают экологическую безопасность экосистем. Действующая сегодня в практике природопользования регламентация антропогенного воздействия на природную среду приводит к тому, что экосистема даже в идеальных случаях контроля часто подвергается чрезмерным нагрузкам.

При выявлении загрязненных зон аналитический подход является приоритетным, но в практике более широкомасштабных исследований - оценки экологического состояния среды - он имеет ряд недостатков. Кроме указанного выше, а также высокой стоимости получения репрезентативных данных, к недостаткам относятся:

- невозможность учета в практической деятельности синергического и антагонистического эффектов поллютантов;
- неразрешимость проблемы оценки влияния на токсичность или иные лимитирующие свойства поллютантов разнообразных природных факторов;
- невозможность получения информации о вторичных эффектах действия поллютантов, вызванных их накоплением и трансформацией в различных звеньях экосистем.

Изучение последствий антропогенного воздействия на окружающую среду невозможно без применения приемов биологической индикации, которая дает прямую информацию о реакции организмов на стрессорные факторы.

Биоиндикация – это определение биологически значимых нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ. В полной мере это относится ко всем видам антропогенных загрязнений в том числе ксенобиотиков.

В качестве индикаторов антропогенного воздействия изучены нарушения репродуктивных функций, динамика численности и

изменения структуры популяций, видового разнообразия, изменения микробиологической активности почв и многие другие показатели. В настоящее время биоиндикация загрязнений находит все большее применение в области охраны окружающей среды и рационального природопользования (Белюченко, 2014).

1.4. Загрязнение окружающей среды и его виды

Загрязнение окружающей среды – процесс привнесения в среду или возникновения в ней новых, обычно нехарактерных для нее физических, химических, биологических агентов, оказывающих негативное воздействие. Основные типы загрязнений: физическое (радиация, электромагнитное излучение и т.д.), химическое (аэрозоли, тяжелые металлы и т.д.), механическое (пыль в атмосфере, строительный мусор), биологическое (микробиологическое, внесение чужеродных видов). Каждый тип загрязнения имеет характерный и специфичный для него источник загрязнения – природный или хозяйственный объект, являющийся началом поступления загрязнителя в окружающую среду.

Различают природные и антропогенные источники загрязнения. Основные природные источники поступления токсикантов в окружающую среду – ветровая пыль, лесные пожары, вулканический материал, растительность, морские соли. Антропогенные источники – это первичное и вторичное производство цветных металлов, стали, чугуна, железа; добыча полезных ископаемых; автомобильный транспорт; химическая промышленность; производство фосфатных удобрений; процессы сжигания угля, нефти, газа, древесины, отходов и др. Антропогенный поток поступления токсикантов в окружающую среду превалирует над естественным (50–80 %) и лишь в некоторых случаях сопоставим с ним.

Химическое загрязнение – изменение естественных химических свойств среды в результате выбросов промышленными предприятиями, транспортом, сельским хозяйством различных загрязнителей. Загрязняющие химические продукты классифицируют по источникам поступления, областям применения и характеру воздействия. Другим типом классификации химических продуктов является деление их на природные и несвойственные окружающей среде ксенобиотики. Ксенобиотиками

называют вещества, по своей структуре и биологическим свойствам чуждые биосфере и полученные исключительно в результате химического синтеза.

Для обоснованного выбора приоритетных загрязняющих химических веществ обычно придерживаются определенных требований.

Приоритетными считают вещества, имеющие следующие характеристики:

- широкое распространение вещества в окружающих человека микросредах и уровни его воздействия, способные вызвать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья населения;

- устойчивость токсического вещества к воздействию факторов окружающей среды, его накопление в организме, включение в пищевые цепи или в природные процессы циркуляции веществ;

- частота и тяжесть неблагоприятных эффектов, наблюдаемых в состоянии здоровья населения при воздействии токсичного агента, при этом особенно важны необратимые или длительно протекающие изменения в организме, приводящие к генетическим дефектам, или другие нарушения развития у потомства;

- постоянный характер действия;

- изменение (трансформация) химического вещества в окружающей среде или организме человека, приводящее к образованию продуктов, имеющих большую, чем исходное вещество, токсичность для человека; - большая величина популяции населения, подверженного действию химического вещества (вся популяция, профессиональные контингенты или подгруппы, имеющие повышенную чувствительность к воздействию данного токсиканта).

Странами ООН, участвующими в мероприятиях по улучшению и охране окружающей среды, согласован общий перечень наиболее важных (приоритетных) веществ, загрязняющих биосферу. К их числу обычно относят соединения тяжелых металлов, пестициды, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), хлорорганические соединения (ХОС), нефтепродукты, фенолы, детергенты, нитраты. Из этого перечня

приоритетных загрязняющих веществ наиболее опасными являются тяжелые металлы, полиароматические углеводороды и хлорорганические соединения.

Последствием одной из форм химического загрязнения - поступления в атмосферу продуктов сгорания топлива в энергетических установках предприятий, наземного и воздушного транспорта, выбросов химических и металлургических предприятий, является ацидификация. Кислотные осадки (дожди) формируются при растворении в воде диоксидов серы и азота. Такие осадки (с рН <5,6), выпадая на поверхность Земли, отрицательно воздействуют на наземную биоту, прежде всего, на растительность, понижают рН природных вод, вызывая деградацию водных экосистем.

Физическое (параметрическое) загрязнение – воздействие, вызывающее отклонение от нормы физических параметров окружающей среды.

Виды физического (параметрического) загрязнения:

1. Радиоактивное загрязнение окружающей среды представляет особую опасность для человека и среды его обитания и заключается в поступлении в окружающую среду радиоактивных веществ. Явление радиоактивности связано с самопроизвольным распадом атомных ядер, сопровождающимся альфа-, бета- и гамма-излучениями. Радиоактивное загрязнение происходит в результате ядерных взрывов, попадания в окружающую среду отходов разработки радиоактивных руд, при авариях на атомных предприятиях и т.д.

2. Электромагнитное загрязнение окружающей среды является результатом изменения электромагнитных свойств окружающей среды (электромагнитного фона), возникающего под воздействием линий электропередач высокого напряжения, работы некоторых промышленных установок, природных явлений — магнитных бурь и др. Может привести к местным или глобальным геофизическим аномалиям и изменениям в биологических процессах.

3. Вибрационное загрязнение связано с возникновением механических колебаний разных частот вследствие работы различных технических сооружений - компрессорных, насосных станций, вентиляторов, кондиционеров, турбин и т.д. Вибрации распространяются по металлическим конструкциям оборудования и через их основания достигают фундаментов общественных и жилых зданий, В крупных городах возрастает проблема влияния на жителей вибрации, источниками которой являются работающие лифты, линии метрополитена, автотрассы. Принято различать общую и локальную вибрацию. Особую опасность представляют резонансные явления при совпадении частот колебаний органов человека и внешних вибрационных воздействий.

4. Шумовое загрязнение окружающей среды - тип физического загрязнения, характеризующийся превышением естественного уровня шумового фона. Шум — сочетание акустических волн различной частоты и интенсивности. Характерно для городов, окрестностей аэродромов, промышленных объектов; негативно воздействует на человека, животных и даже растения.

5. Тепловое загрязнение окружающей среды – техногенное повышение температуры относительно природного фона, в основном, за счёт сжигания ископаемого топлива. Основные источники теплового загрязнения - выбросы в атмосферу нагретых отработанных газов и воздуха, сброс в водоемы нагретых сточных вод.

6. Механическое загрязнение – загрязнение среды материалами, оказывающими лишь механическое воздействие без химических последствий. Может возникать при изъятии грунтов в процессе дноуглубительных работ, поступлении пыли в атмосферу, свалке строительного мусора на земельном участке.

7. Биологическое загрязнение выражается преимущественно в бактериальном загрязнении – привнесении в окружающую среду патогенных микроорганизмов. Бактериальному загрязнению способствует поступление

большого количества органических веществ с отходами пищевых, целлюлозно-бумажных производств, неочищенными канализационными сточными водами.

биологическому загрязнению также относят проникновение в экосистемы и технологические устройства чуждых растений, животных и микроорганизмов, которое может привести к взрывообразному росту численности вселившихся организмов и иметь непредсказуемые последствия. (Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование, 2007.)

Глава 2. Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на трех территориях.

Каждая территория была поделена на три сектора А, Б, В. На данных секторах проводились замеры, которые фиксировались, далее проводился анализ полученного материала.

Измерения были проведены в следующих районах:

1. Город Пермь (сквер Победителей) в котором находится очень большое количество людей (см. рис.1).
2. Село Юрла – участок местности, малопосещаемое людьми (находится севернее города Пермь) (см. рис.2-3).
3. Деревня Костино – площадь, не проходима людьми и животными (находится южнее города Пермь) (см. рис.4-5).

В каждом районе были выбраны контрольные точки, а именно:

Измерение № 1.

1. S_A = Место где играют дети в футбол на траве, рядом расположена детская площадка и аттракционы.
2. S_B = Затемнённое место (под деревьями) где выгуливают собак, рядом находится церковь.
3. S_B = Участок открытый, рядом с баскетбольной и волейбольной площадками.

Измерение № 2.

1. S_A = Место, часто посещаемое людьми и животными.
2. S_B = Место, открытое для солнечного света.
3. S_B = Место, расположенное ближе к дому.

Измерение № 3.

1. S_A = Место на оврагах реки Малая Сарапулка
2. S_B = Открытое место – поле.
3. S_B = Затемнённый участок, где в линию растут деревья.

Сквер Победителей.



Рис.1. Место отбора проб пыли в г.Перми

3 площади:

4. S_A = Место где играют дети в футбол на траве, рядом расположена детская площадка и аттракционы.
5. S_B = Затемнённое место (под деревьями) где выгуливают собак, рядом находится церковь.
6. S_V = Участок открытый, рядом с баскетбольной и волейбольной площадками.

По моим измерениям площадки имеют примерную длину (все измерения проводились метровой линейкой):

- a) $S_A = 1020 \text{ м}^2 (17\text{м} * 60\text{м})$
- b) $S_B = 1250 \text{ м}^2 (25\text{м} * 50\text{м})$
- c) $S_V = 1080 \text{ м}^2 (40\text{м} * 17\text{м})$

Пермский край с.Юрла ул. Коммунальная 2.



Рис.2. Расположение с. Юрла на территории Пермского края.

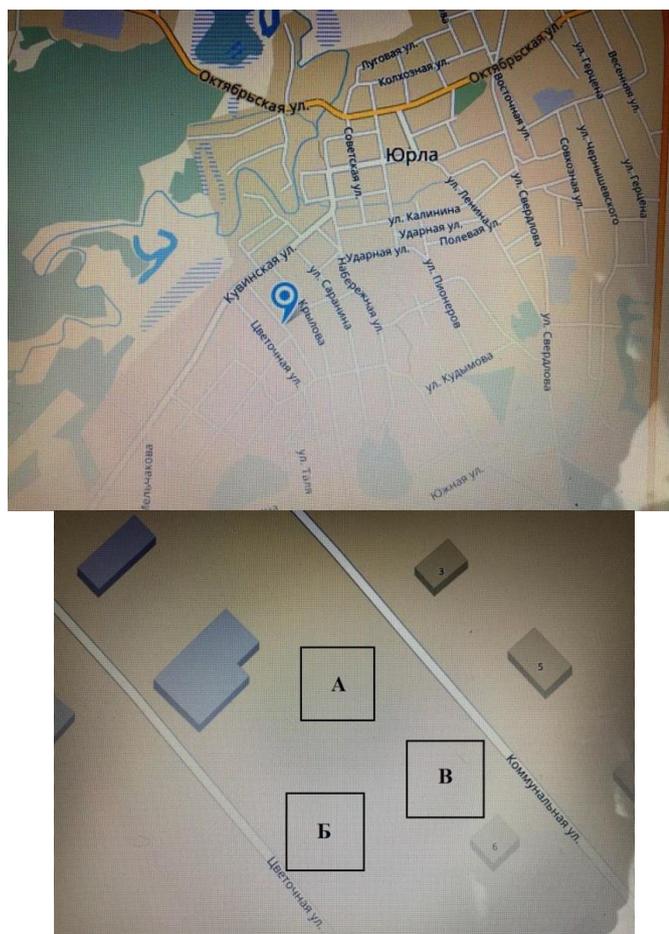


Рис.3. Карта расположения и сбора пыльцы в с. Юрла.

3 площади:

4. S_A = Место, часто посещаемое людьми и животными.

5. S_B = Место, открытое для солнечного света.

6. S_B = Место, расположенное ближе к дому.

По моим измерениям площадки имеют примерную длину:

a) $S_A = 890 \text{ м}^2 (23\text{м} * 39\text{м})$

b) $S_B = 900 \text{ м}^2 (30\text{м} * 30\text{м})$

c) $S_B = 920 \text{ м}^2 (32\text{м} * 29\text{м})$

Удмуртская республика, Сарапульский р-н, д. Костино ул. Набережная 4

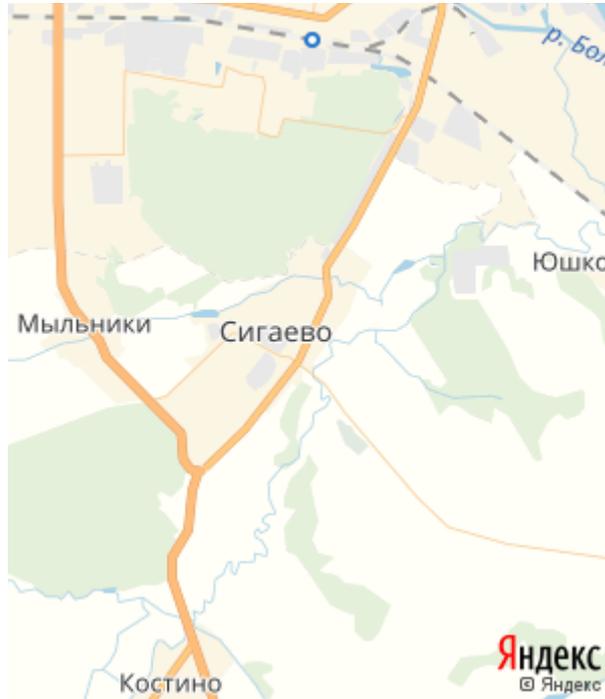


Рис.4. Расположение второго объекта сбора пыльцы д. Костино.

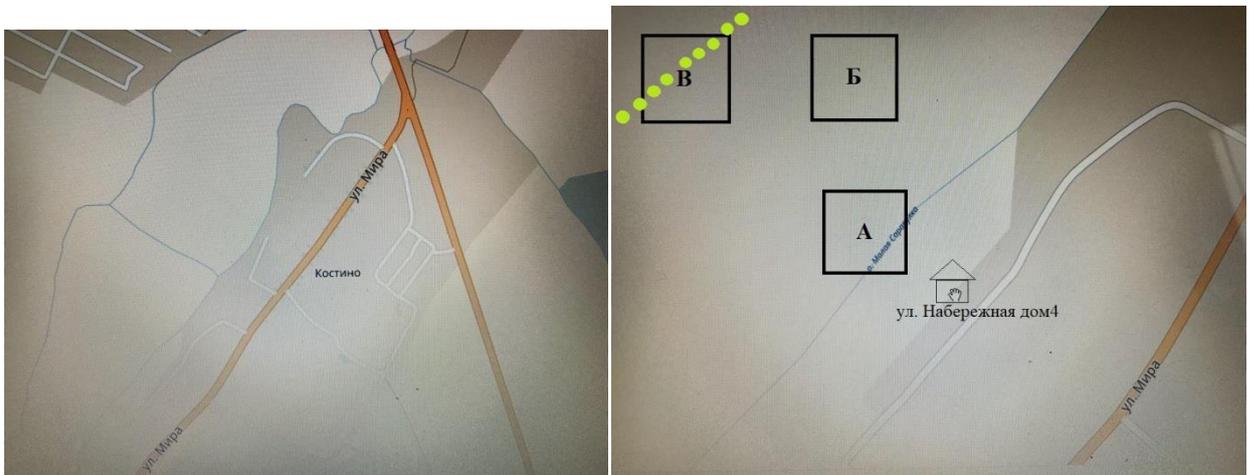


Рис.5. Карта сбора пыльцы д. Костино.

4 площади:

4. S_A = Место на оврагах реки Малая Сарапулка

5. S_B = Открытое место – поле.

6. S_B = Затемнённый участок, где в линию растут деревья.

Площадки имеют следующие примерные размеры:

7. $S_A = 3072 \text{ м}^2 (48\text{м} * 64\text{м})$

8. $S_B = 3025 \text{ м}^2 (55\text{м} * 55\text{м})$

9. $S_B = 3840 \text{ м}^2 (48\text{м} * 80\text{м})$

Приборы для измерения:

Микроскоп, микрометр, раствор сахарозы 12%, предметный стёкла, шприц, лампа настольная.

Как производился сбор пыльцы с одного цветка:

Ход работы:

1. Приготовили микроскоп, установив к нему микрометр, установив лупу и зеркало в нужном направлении, для большего объёма света перед настольной лампой.
2. Взяв два предметных стекла, кладём друг к другу рядом, и капаем 1-2 капли нашего 12% раствора сахарозы на одно из них.
3. Аккуратно раскрыв венчик в разные стороны, стряхнуть пыльцу на каплю пальцем.
4. Вторым предметным стеклом, переворачивая на первое, заживаем.
5. Записываем время начала проращивания пыльцы в растворе.
6. Считаем общее количество, виднеющихся зёрен пыльцы под объективом 20х.
7. Записать размеры пяти из них, для сравнения с пыльцой других популяций и проросших.
8. Ввести все измерения в таблицу.
9. Спустя 2 часа проверить, количество проросших зёрен и записать в таблицу.
10. Провести исследование с каждым цветком всех популяций
11. Сделать в конце выводы, по имеющимся расчётам.

Результаты измерения обрабатывались статистическими методами с расчетом средних значений, выборочной дисперсии и ошибки среднего. Сравнение выборок между собой осуществлялось при помощи t-критерия Стьюдента для независимых выборок.

Глава 3. Результаты исследований их анализ

В ходе полевых исследований на территории исследованных территорий было собрано обследовано 270 цветков одуванчика лекарственного. По 90 растений на каждой территории и по 30 растений на каждом участке (А, Б, В). Обобщенные результаты по исследованным территориям представлены в таблице 1.

Пыльца стряхивалась со свежесобранных соцветий одуванчика на предметное стекло и проращивалась при комнатной температуре в 12% растворе сахарозы в течение 2ч, накрытая покровным стеклом.

На временных препаратах под микроскопом учитывалось количество пыльцевых зерен, количество проросших зерен, диаметр пыльцевых зерен (измерялся при помощи микрометрической линейки и окуляр-микрометра)

При сборе пыльцы в Сквере Победителей (г. Пермь) были получены результаты. (см. приложение 1-3)

Так как данное место является довольно проходимым и часто посещаемым людьми, к тому же расположено в одном из промышленных центров города. Исследуемый сквер расположен по адресу: ул. Академика Курчатова между ул. Гусарова и ул. Лодыгина. Площадь сквера 14934,2 м².

На данной территории было собрано материала:

На участок А – проросли через 2 часа 80,64%. Не проросли –19,363%. Средний размер зерна составляет $32,89 \pm 0,704$ мкм.

На участке Б – проросли через 2 часа 83,58%. Не проросли – 16,42%. Средний размер зерна составляет $34,16 \pm 0,518$ мкм.

На участке В – проросли через 2 часа 84,11%. Не проросли – 15,89%. Средний размер зерна составляет $33,82 \pm 0,344$ мкм.

На втором исследуемом участке - Село Юрла – участок местности, малопосещаемое людьми (находится севернее города Пермь) после

проведения замеров были получены следующие результаты (см. приложение 4-6).

На участок А – проросли через 2 часа 98,58%. Не проросли –1,42%. Средний размер зерна составляет $33,72 \pm 0,139$ мкм.

На участок Б – проросли через 2 часа 99,37%. Не проросли – 0,63%. Средний размер зерна составляет $33,65 \pm 0,118$ мкм.

На участок В – проросли через 2 часа 99,63%. Не проросли – 0,37%. Средний размер зерна составляет $33,82 \pm 0,104$ мкм.

Третьим исследуемым участком был выбран участок Деревня Костино – площадь, не проходимая людьми и животными (находится южнее города Пермь). (см. приложение 7-9)

На участок А – проросли через 2 часа 100%. Не проросли – 0%. Средний размер зерна составляет $42,63 \pm 0,352$ мкм.

На участок Б – проросли через 2 часа 100%. Не проросли – 0%. Средний размер зерна составляет $44,50 \pm 0,204$ мкм.

На участок В – проросли через 2 часа 100%. Не проросли – 0%. Средний размер зерна составляет $40,32 \pm 0,067$ мкм.

Таблица 1 - Обобщенные результаты исследования представлены в таблице

Место сбора Параметр	г.Пермь	с. Юрла	д.Костино
Диаметр (мкм)	$33,62 \pm 0,310$	$33,73 \pm 0,069$	$44,14 \pm 0,137$
Жизнеспособных (%)	$82,77 \pm 2,347$	$99,19 \pm 0,303$	$100 \pm 0,000$

Процесс исследования представлен на рисунках в приложениях.

Внутри выборок между исследуемыми площадками достоверных различий не обнаружено, по этой причине все результаты представлены в виде 3 больших выборок. Отсутствие достоверных различий между площадками на выбранных территориях свидетельствует о незначительном

влиянии различий таких локальных факторов как освещенность, вытаптывание и выгул домашних животных на выбранные параметры пыльцы.

Нормальное распределение параметров пыльцевых зерен внутри выборок и схожие параметры разных выборок позволяют исключить наличие в исследованном материале пыльцевых зерен других морф одуванчика лекарственного.

Диаметр пыльцевых зерен в Перми и с.Юрла не имеет достоверных отличий $P \ll 0,9$. Однако в д.Костино пыльцевые зерна значительно крупнее (на 10,41 мкм, что составляет 30,9% от среднего размера пыльцевых зерен одуванчика в Пермской популяции).

Все различия во всхожести пыльцевых зерен достоверны, и позволяют сделать вывод о большей чувствительности именно этого параметра пыльцы к общему уровню антропогенной нагрузки.

С.Юрла, несмотря на низкое непосредственное воздействие людей находится в зоне выпадения осадков, содержащих загрязняющие вещества, поступившие в воздух из источников в крупных городах Пермского края, кроме того через село проходит достаточно крупная автомагистраль Пермь-Гайны.

Можно предположить, что диаметр пыльцевых зерен в первую очередь зависит от общего уровня загрязнения почвы и воздуха, т.к. несмотря на явно меньшее прямое антропогенное воздействие диаметр зерен в с.Юрла равен диаметру пыльцевых зерен одуванчика Пермской популяции.

Жизнеспособность пыльцевых зерен, вероятно является более чувствительным к локальным воздействиям параметром и меньшая совокупная антропогенная нагрузка в с.Юрла вызывает значительное повышение количества жизнеспособных пыльцевых зерен (на 16,42% выше, чем в г.Пермь).

Несмотря на близость крупных населенных пунктов оценка по выбранным параметрам характеризует д.Костино Сарапульского р-на как

самую экологически-благополучную территорию из рассмотренных. Данное обстоятельство требует дальнейших исследований и может объясняться крайне низкой локальной антропогенной нагрузкой на отдельном участке, и господствующими ветрами южного направления, характерными для Сарапульского района, что исключает влияние атмосферных выбросов на территорию д.Костино, расположенную южнее Сарапула.

Одуванчик лекарственный является широко распространенным растением, простота методики позволяет использовать её для экспресс-оценки качества среды, в том числе в рамках работы со школьниками.

Глава 4. Внедрение исследуемой темы в школьном процессе

Современное состояние окружающей среды вызвано, в первую очередь, экологической безграмотностью населения отсутствием экологической культуры в обществе. Экология как наука немыслима без исследовательской работы в естественной лаборатории – природе. Оценить реальное состояние окружающей среды без больших финансовых затрат позволяют живые организмы – биоиндикаторы. Отсюда вытекает и целесообразность применения в исследовательской работе методов биоиндикации для кружковой работы. Ориентация кружка носит образовательно-развивающий характер.

Ведущие теоретические идеи:

- экологизация биологического образования учащихся;
- развивающий и воспитывающий характер биологического образования.

Цель:

Провести биомониторинг атмосферного загрязнения по реакции пыльцы различных растений – индикаторов.

Задачи:

1. Определить жизнеспособность и фертильность пыльцы.
2. Выявить реакцию пыльцы различных видов растений к многочисленным примесям в воздухе.

Оборудование и реактивы:

Микроскоп, предметные и покровные стёкла, препаровальные иглы, чашки Петри, термостат, ацетокармин, йод в йодистом калии, агар, 15% раствор сахарозы, борная кислота, уксусная кислота, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, кисточка, держатель, пыльца различных растений, собранная в зоне сильного загрязнения воздуха и в чистой зоне.

Качество пыльцевых зерен в большей степени зависит от уровня физического и химического загрязнения среды. Пыльца отличается высокой чувствительностью к действию отрицательных факторов и может являться индикатором загрязнения среды генетически активными компонентами. Методика анализа качества пыльцы заключается в определении процента

ненормальных (абортивных) пыльцевых зерен. Генетически активные факторы среды резко нарушают процесс образования пыльцы, доводя растения до полного отсутствия в пыльниках нормальных пыльцевых зерен.

В теме можно выделить несколько занятий:

1. Приготовление реактивов для анализа.
2. Сбор пыльцы растений у дорог и промышленных предприятий, а также в парке или в другой чистой зоне.
3. Проведение опытов на установление жизнеспособности, фертильности и стерильности исследуемой пыльцы, взятой для анализа.

Урок 1 – теория о загрязнении среды в городе источниками, опасности и признаках загрязнений. Самостоятельная работа с докладом о качестве среды [www.permecology.ru] в Пермском крае

Урок 2 – Презентация учащихся минидокладов о состоянии среды в городе и крае, обсуждение, предложения.

Учитель вводит понятие **БИОИНДИКАЦИЯ**, рассказывает о методах.

Урок 3 – Практическое занятие, проращивание (или окраска йодом, для скорости) пыльцы одуванчика, собранного поблизости от школы. Пыльцу необходимо собрать заранее. В ходе урока развить тему биоиндикации. Дать задание набрать одуванчиков в разных точках города (при наличии возможности) и дать характеристику места сбора.

Урок 4 – Заранее пророщенную пыльцу учащиеся считают, учитель вводит понятие статистической обработки результатов (если старшие классы), результаты сравниваются – делаются выводы.

Урок 5 – презентация результатов с рекомендациями и рассуждениями учащихся.

Более подробно рассмотрим урок 3.

Определение жизнеспособности пыльцы

Ход работы:

Собранная пыльца хранится в холодильнике в малой стеклянной таре для анализа.

Жизнеспособность пыльцы можно определить несколькими методами:

- проращивание пыльцы на питательном растворе сахарозы во влажной камере при добавлении 0,001% раствора борной кислоты.

- либо в качестве питательной среды использовать агар.

1. Пыльцу растений высевают на питательную среду в чашки Петри, которые предварительно стерилизуют.

2. Пыльца проращивается в термостате при температуре +25 и +26 градусов.

3. Подсчитывают число проросших зёрен через 24 часа под микроскопом в 5 полях зрения.

4. Определяют длину пыльцевых трубок в разных экологических условиях с помощью окулярного винтового микрометра МОВ – 1- 15.

5. Подсчитывают процент соотношения прорастания пыльцы и удлинения пыльцевых трубок по сравнению с контролем (чистая зона).

Многочисленные примеси в воздухе подавляют развитие пыльцы и рост пыльцевой трубки.

Определение фертильности пыльцы

Ход работы:

1. На предметное стекло в каплю ацетокармина помещают пыльцу.
2. Накрывают покровным стеклом и осторожно несколько раз подогревают на спиртовке.
3. Убрать лишний краситель фильтровальной бумагой.
4. Рассмотреть пыльцу в микроскопе в 5 полях зрения.

У фертильных пыльцевых зёрен зернистая цитоплазма и спермии окрашиваются в густой карминово-красный цвет. Стерильные зерна почти не окрашиваются или окраска их неравномерна. Их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных стадиях отмирания. Спермиев в таких пыльцевых зёрнах нет.

Для определения фертильности пыльцы можно использовать йодный метод, если пыльцевые зерна имеют толстую экзину. В основе её лежит определение крахмала при помощи йодной реакции. После окраски нетрудно отличить нормальные пыльцевые зёрна от abortивных (см. таблицу).

Фертильные и стерильные пыльцевые зёрна отличаются по содержанию крахмала.

Отличие нормальных пыльцевых зерен от abortивны интенсивно окрашены,

одинаковы по размеру,

одинаковы по форме.

1. не окрашены,
2. разных размеров,
3. неправильной формы.

1. Препаровальной иглой извлечь пыльцу из пыльников цветка и поместить ее на предметное стекло.
2. С помощью пипетки нанести на пыльцу каплю раствора йода и размешать каплю так, чтобы все пыльцевые зёрна были в растворе, а не плавали на поверхности.
3. Выдержать препарат в таком виде в течение двух минут, после этого накрыть каплю покровным стеклом и рассмотреть препарат под микроскопом.
4. По нескольким полям зрения подсчитать количество нормальных и abortивных пыльцевых зерен.
5. Определить процент фертильных пыльцевых зерен по каждому цветку, взятому для анализа.

Обычно пыльца у растений, произрастающих в нормальных условиях, имеет хорошее качество, ее легко отличить – фертильные пыльцевые зёрна окрашиваются в темно-фиолетовый цвет. Стерильные – остаются неокрашенными, так как не содержат крахмала. Процент нормальных пыльцевых зерен близок к 100%, а повышенное загрязнение может снизить процент нормальных пыльцевых зёрен до 50% и ниже.

Результаты исследования можно занести в таблицу:

Необходимо также сделать выводы по работе.

Выводы

1. С ростом уровня общей антропогенной нагрузки снижается жизнеспособность пыльцевых зерен одуванчика. Различие во прорастаемости между сельской местностью и городом в данном исследовании 17,23%
2. Вытаптывание и выгул собак не оказывают прямого влияния на выбранные параметры пыльцы, вероятно большее значение играют компоненты почвы и воздуха.
3. В условиях высокой антропогенной нагрузки диаметр пыльцевых зерен уменьшается, хотя и менее значительно, чем жизнеспособность. Различие между городом и сельской местностью достигает 10,52 мкм (в Перми диаметр меньше на 23%)
4. Между размерами пыльцевых зерен и их жизнеспособностью прямой зависимости в данном исследовании не обнаружено.

Список литературы

1. Бакланов П.Я., В.П. Каракин Региональное природопользование. М., 2015
2. Биомониторинг состояния окружающей среды: учебное пособие / Под ред. проф. И.С. Белюченко, проф. Е.В. Федоненко, проф. А.В. Смагина. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 153 с.
3. Википедия, статья «Юрла». (обращение 1.03.2018) Форма доступа: www.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D1%80%D0%BB%D0%B0.ru.
4. Гирусов Э.В., С.Н. Бобылев, А.Л. Новоселов, Н.В. Чепурных Экология и экономика природопользования. М., 2014
5. ГИС центр Пермского государственного национального исследовательского университета. (обращение 9.03.2018) Форма доступа: www.accident.perm.ru;
6. Справочно-информационный портал погода и климат. (обращение 16.03.2018) Форма доступа: www.pogodaiklimat.ru/climate/28224.htm
7. Данные федеральной службы государственной статистики. (обращение 23.03.2018) Форма доступа: www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3abfce
8. Ежегодный экологический доклад-2016 Управления по охране окружающей среды Министерства природных ресурсов Пермского края. (обращение 27.03.2018) Форма доступа: www.permecology.ru
9. Иванов А.И., А.П. Стаценко, Е.Е. Селина, О.В. Скобанева. Использование пыльцы Древесных и травянистых растений Для биоиндикации загрязнения Окружающей среды, 2009
10. Иойриш Н. П. Продукты пчеловодства и их использование. – М., Россельхозиздат, 1976.
11. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для вузов / под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М.: Академия, 2007.)

12. Ежегодный экологический доклад-2016 Управления по охране окружающей среды Министерства природных ресурсов Пермского края. (обращение 7.04.2018) Форма доступа: www.permecology.ru
13. Заболеваемость всего населения России в 2011 году. Статистические материалы. Ч.1.М.:2012. Сборник ФГБУ «Центрального научно-исследовательского института организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации
14. Каталог населённых пунктов Удмуртской республики на 1 января 2012 года. Федеральная служба государственной статистики территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Удмуртской республике. Ижевск. 2012;
15. Колпылов И.С. Ландшафтно-геохимическая карта Пермской области 1:500 000. Пермь, 2004, 2012
16. Кашин А.С. Исследование аллозимной изменчивости в половых и апомиктичных популяциях *taraxacum* и *pilosella* (asteraceae): полиморфизм по пероксидазе, супероксиддисмутазе, тирозиназе и эстеразе // А.С. Кашин, В.Э. Лифанов, Ю.А. Демочко// Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета, 2013. с. 245-260
17. Константинов К.В., Ю.Б. Чепидзе Экологические основы природопользования. М., 2014
18. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – С.208. 2010. Рысин И.И. Атлас Удмуртской республики /И.И. Рысин, М.А. Саранча//Федория, Ижевск. 2016
19. Сотник. В.В Старый знакомый – одуванчик // В Мире Растений № 10, 1999.
20. Севепахина О.А. Функциональное состояние пыльцы *Taraxacum officinale* S.L. в условиях химического загрязнения среды / О.А.

- Северюхина, Т.В. Жуйкова// Проблемы глобальной и региональной экологии: мат-лы конференции. 31 марта – 4 апреля. ИЭРиЖ УрО РАН, Екатеринбург, 2003 с. 233-241
- 21.Тужилова Л.И. Палинологические методы биоиндикации: определение доли abortивных пыльцевых зёрен и жизнеспособности пыльцы (по Шардакову), 2011
- 22.Турова. А. Д., Сапожникова. Э. Н. / Лекарственные растения и их применение. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2002
- 23.Экология. Учебник для вузов Автор: Николайкин Н.И. Издательство: - М.: Дрофа. Год: 2003.
- 24.Экология. Учебник для вузов. Автор: Коробкин В.И., Передельский Л.В. Издательство: Феникс, 2010
- 25.Шантасов А.М. Определение фертильности и жизнеспособности пыльцы у селекционной линии патиссона с мужской стерильностью функционального типа/ А.М. Шантасов, С.Д. Соколов, А.Н. Бочарников, В.А. Малетина// Овощи России №3 (24), 2014 с. 8-10
- 26.ФАО. 2016. Состояние лесов мира 2016. Леса и сельское хозяйство: проблемы и возможности землепользования. Рим
27. Краткая характеристика Пермского района (обращение 21.04.2018)
Форма доступа: www.permraion.ru
- 28.Краткая характеристика Пермского района. (обращение 1.03.2018)
Форма доступа: www.territoriaprava.ru
- 29.Экономико-географическая характеристика Пермского края. (обращение 27.04.2018) Форма доступа: www.nsportal.ru
- 30.История погоды. (обращение 24.05.2018) Форма доступа: www.weatherarchive.ru/Pogoda/Berezniki
- 31.Метеорологический сайт «World Weather». (обращение 4.06.2018)
Форма доступа: www.world-weather.ru/archive/russia/sarapul

Приложение 1

Измерение цветков, собранных на S_A.

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	8	82/100/45/27/32	7	1
	2	4	100/55/115/104	0	4
	3	18	30/62/100/120/117	13	5
	4	10	112/72/77/84/69	10	0
	5	7	80/83/78/75/84	5	2
	6	2	50/47	2	0
	7	4	112/52/84/98	4	0
	8	9	50/54/58/130/87	8	1
	9	8	81/111/66/72/70	6	2
	10	4	49/37/33/83	1	3
2	1	22	86/80/60/85/104	22	0
	2	34	72/82/84/72/107	32	2
	3	46	74/75/79/78/70	46	0
	4	21	85/87/81/88/87	19	2
	5	36	84/98/54/67/78	32	4
	6	16	46/75/68/63/65	16	0
	7	25	81/82/82/101/103	25	0
	8	46	98/87/99/101/94	45	1
	9	24	78/46/85/78/81	24	0
	10	15	110/105/103/98/99	12	3
3	1	13	98/100/72/87/80	13	0
	2	25	94/113/80/41/102	21	4
	3	26	82/78/72/64/56	24	2
	4	15	102/105/98/85/101	14	1
	5	13	112/98/76/119/82	13	0
	6	8	84/82/93/101/99	3	5
	7	5	100/104/100/102/87	1	4
	8	9	84/72/56/101/112	7	2
	9	7	72/85/46/75/100	3	4
	10	8	112/105/104/47/48	8	0

Измерение цветков, собранных на СБ.

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	12	64/62/67/77/72	9	3
	2	8	54/68/66/67/70	7	1
	3	15	49/57/67/58/58	12	3
	4	7	68/79/78/72/74	7	0
	5	9	75/71/69/68/64	7	2
	6	4	88/87/64/66	3	1
	7	5	98/94/101/99/98	5	0
	8	2	87/82	1	1
	9	8	67/65/69/68/68	8	0
	10	9	98/97/88/84/91	7	2
2	1	4	84/98/65/78	4	0
	2	8	92/78/84/94/84	7	1
	3	10	67/85/85/86/84	10	0
	4	8	97/94/101/99/100	8	0
	5	7	64/101/102/98/99	5	2
	6	4	64/95/97/92	4	0
	7	3	78/78/79	0	3
	8	9	93/103/102/98/78	9	0
	9	12	94/89/99/87/86	11	1
	10	9	85/86/97/82/75	9	0
3	1	5	83/113/82/106/67	3	2
	2	10	99/119/112/104/113	10	0
	3	13	104/91/82/108/86	10	3
	4	28	83/77/100/106/84	24	4
	5	22	79/91/68/75/112	22	0
	6	6	75/119/110/81/116	5	1
	7	13	103/108/77/106/118	13	0
	8	10	86/82/81/72/69	5	5
	9	25	106/84/81/85/68	24	1
	10	11	78/93/100/96/100	9	2

Измерение цветков, собранных на **Св.**

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	16	79/81/77/83/76	16	0
	2	14	96/100/101/90/71	12	2
	3	16	89/101/69/100/75	15	1
	4	19	73/69/75/69/74	19	0
	5	15	96/69/79/72/89	9	6
	6	16	68/100/69/99/85	16	0
	7	8	77/80/79/83/75	6	2
	8	25	76/99/76/92/79	22	3
	9	17	97/92/86/101/91	17	0
	10	27	94/98/82/89/90	22	5
2	1	28	68/73/100/88/90	27	1
	2	28	73/86/87/79/68	28	0
	3	6	84/79/74/69/97	4	2
	4	25	78/96/69/91/77	25	0
	5	21	83/70/97/80/78	20	1
	6	23	93/83/75/86/84	19	4
	7	14	70/92/91/95/100	14	0
	8	28	98/88/84/72/92	28	0
	9	18	94/93/86/91/86	13	5
	10	16	73/83/79/72/75	15	1
3	1	10	99/69/101/100/81	6	4
	2	10	77/99/68/69/77	10	0
	3	12	69/78/85/99/73	7	5
	4	13	102/74/81/69/90	9	4
	5	5	101/96/94/78/70	4	1
	6	17	85/80/93/99/82	16	1
	7	9	85/68/81/99/100	6	3
	8	12	91/84/96/92/98	8	4
	9	14	101/73/94/84/86	14	0
	10	8	93/92/95/85/69	3	5

Измерение цветков, собранных на S_A.

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	14	87/88/80/84/79	14	0
	2	17	84/86/88/84/85	17	0
	3	16	83/88/81/80/84	16	0
	4	13	81/89/80/85/86	13	0
	5	18	84/83/87/85/84	18	0
	6	15	80/87/79/82/83	15	0
	7	16	85/81/84/88/89	13	3
	8	14	80/85/85/83/88	14	0
	9	14	80/82/79/78/80	14	0
	10	17	84/87/84/83/87	17	0
2	1	18	89/85/89/79/85	18	0
	2	19	86/87/82/88/88	19	0
	3	19	84/79/79/81/82	19	0
	4	16	88/87/82/78/79	16	0
	5	13	84/89/85/87/78	13	0
	6	17	86/84/85/84/85	17	0
	7	18	83/80/87/81/85	18	0
	8	15	89/88/85/87/89	14	1
	9	17	87/85/86/86/85	15	2
	10	13	87/88/87/89/87	13	0
3	1	13	85/84/86/85/85	13	0
	2	17	82/85/87/86/85	17	0
	3	16	82/78/72/64/56	16	0
	4	14	87/87/88/85/87	14	0
	5	15	89/87/88/89/86	15	0
	6	17	85/84/86/86/84	17	0
	7	14	87/85/85/86/87	14	0
	8	18	88/87/89/88/89	17	1
	9	18	87/85/86/87/88	18	0
	10	16	84/82/80/80/82	16	0

Измерение цветков, собранных на Сб.

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	16	78/80/81/79/80	16	0
	2	14	79/80/81/81/80	14	0
	3	13	78/78/82/78/79	13	0
	4	14	80/79/78/78/79	14	0
	5	18	81/82/82/82/81	18	0
	6	13	86/84/85/85/86	13	0
	7	14	84/81/81/80/82	14	0
	8	14	87/82/84/84/83	13	1
	9	15	88/89/87/87/88	15	0
	10	17	84/85/85/84/85	17	0
2	1	18	91/90/89/88/89	18	0
	2	19	84/86/88/82/84	19	0
	3	15	87/85/85/86/84	15	0
	4	19	84/85/84/83/85	19	0
	5	17	90/89/87/87/86	15	2
	6	12	91/89/90/91/89	12	0
	7	19	87/88/89/87/89	19	0
	8	14	89/87/88/89/88	14	0
	9	16	91/89/90/87/86	16	0
	10	17	84/85/84/84/85	17	0
3	1	15	83/83/82/83/84	15	0
	2	17	89/85/83/84/84	17	0
	3	14	85/86/85/88/86	14	0
	4	18	83/87/85/86/84	18	0
	5	12	79/81/82/79/79	12	0
	6	17	85/84/84/82/85	17	0
	7	16	83/84/84/86/84	16	0
	8	18	86/82/81/83/84	18	0
	9	15	86/84/81/85/68	15	0
	10	11	78/79/82/79/79	11	0

Измерение цветков, собранных на **Св.**

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	12	87/84/88/87/87	12	0
	2	16	81/80/82/82/81	16	0
	3	16	81/84/83/82/83	16	0
	4	15	87/89/87/87/89	15	0
	5	14	82/83/83/83/82	14	0
	6	18	85/86/87/85/84	17	1
	7	19	83/80/81/81/84	19	0
	8	14	85/85/84/85/86	14	0
	9	12	85/86/85/84/84	12	0
	10	12	84/86/86/85/86	12	0
2	1	12	89/88/91/89/90	12	0
	2	17	87/88/90/89/88	17	0
	3	16	83/83/85/86/84	16	0
	4	15	84/79/74/82/84	15	0
	5	18	78/86/89/81/87	18	0
	6	20	83/80/87/80/78	20	0
	7	21	80/82/81/85/80	21	0
	8	19	88/88/84/82/90	19	0
	9	18	84/83/86/91/86	18	0
	10	17	83/83/89/82/85	17	0
3	1	15	89/89/81/80/81	15	0
	2	14	81/86/84/88/80	14	0
	3	16	87/89/88/89/87	16	0
	4	16	89/88/85/89/83	16	0
	5	15	82/84/81/89/80	15	0
	6	18	85/80/83/89/82	17	1
	7	19	88/81/89/80/84	19	0
	8	12	81/84/86/82/88	12	0
	9	13	81/83/84/84/86	13	0
	10	18	83/82/85/85/89	18	0

Измерение цветков, собранных на S_A.

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	27	120/127/106/135/109	27	0
	2	23	117/117/107/125/111	23	0
	3	20	125/134/101/124/117	20	0
	4	29	127/124/119/133/105	29	0
	5	25	108/113/130/113/127	25	0
	6	26	137/138/134/127/123	26	0
	7	23	105/136/130/135/117	23	0
	8	27	115/121/138/125/107	27	0
	9	25	133/120/133/138/122	25	0
	10	26	111/125/115/130/122	26	0
2	1	24	119/116/114/123/121	24	0
	2	24	110/102/107/135/113	24	0
	3	25	109/127/107/101/138	25	0
	4	22	114/138/109/106/133	22	0
	5	23	122/101/117/132/112	23	0
	6	27	116/105/138/108/134	27	0
	7	26	118/127/119/109/125	26	0
	8	24	127/103/123/124/101	24	0
	9	23	107/128/122/105/107	23	0
	10	25	112/125/128/102/103	25	0
3	1	26	104/122/108/114/124	26	0
	2	25	136/108/135/101/137	25	0
	3	28	116/109/127/124/133	28	0
	4	29	127/105/114/122/111	29	0
	5	23	119/134/133/111/114	23	0
	6	24	110/138/111/119/116	24	0
	7	26	102/114/121/113/130	26	0
	8	29	110/101/106/105/102	29	0
	9	26	125/124/118/116/123	26	0
	10	27	119/125/124/124/125	27	0

Измерение цветков, собранных на Сб.

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	26	106/116/115/102/109	26	0
	2	28	118/104/115/101/109	28	0
	3	29	113/112/119/114/101	29	0
	4	26	116/101/120/102/113	26	0
	5	25	117/104/116/107/102	25	0
	6	26	109/117/121/115/107	26	0
	7	28	113/108/109/104/102	28	0
	8	24	115/111/102/108/119	24	0
	9	26	112/106/108/108/105	26	0
	10	28	112/118/114/111/104	28	0
2	1	25	118/119/120/105/103	25	0
	2	26	111/118/119/119/110	26	0
	3	21	120/117/101/106/102	21	0
	4	29	117/119/115/117/113	29	0
	5	28	102/101/110/104/109	28	0
	6	26	101/116/107/116/120	26	0
	7	26	109/120/107/112/102	26	0
	8	25	121/104/111/104/104	25	0
	9	29	108/121/107/120/103	29	0
	10	26	109/104/118/106/103	26	0
3	1	24	116/114/116/112/118	24	0
	2	23	120/118/113/118/119	23	0
	3	25	114/121/120/117/108	25	0
	4	25	117/110/116/117/118	25	0
	5	26	109/101/105/119/103	26	0
	6	25	114/102/109/117/106	25	0
	7	29	103/102/116/119/117	29	0
	8	24	113/115/121/111/102	24	0
	9	26	113/116/106/107/108	26	0
	10	25	111/110/103/116/112	25	0

Измерение цветков, собранных на **Св.**

Край участка	№ цветка	Общее количество	Размеры пяти из них	Через 2 часа Количество проросших	Через 2 часа Количество не проросших
1	1	27	98/101/102/103/103	27	0
	2	25	101/98/103/102/101	25	0
	3	27	98/102/103/99/98	27	0
	4	24	102/103/98/104/101	24	0
	5	26	99/98/101/99/102	26	0
	6	27	98/100/99/100/104	27	0
	7	29	102/101/103/103/101	29	0
	8	26	98/99/101/99/98	26	0
	9	25	101/103/100/102/99	25	0
	10	29	103/104/98/99/102	29	0
2	1	29	100/104/100/104/98	29	0
	2	26	104/99/100/102/103	26	0
	3	25	103/103/98/99/101	25	0
	4	26	100/98/99/99/98	26	0
	5	23	103/100/105/100/99	23	0
	6	24	104/98/104/98/104	24	0
	7	25	100/104/101/99/101	25	0
	8	29	104/101/102/99/104	29	0
	9	27	98/102/100/104/102	27	0
	10	26	103/104/101/98/100	26	0
3	1	25	98/99/102/101/99	25	0
	2	26	98/99/98/99/99	26	0
	3	29	102/104/101/99/99	29	0
	4	23	102/99/103/102/104	23	0
	5	28	103/98/99/98/100	28	0
	6	29	103/103/101/99/104	29	0
	7	28	102/103/103/99/101	28	0
	8	22	99/98/99/99/102	22	0
	9	26	101/104/103/101/100	26	0
	10	25	100/101/98/102/99	25	0

Процесс исследования

