

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Факультет лесного хозяйства и экологии
Кафедра лесоводства и лесных культур

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

**ТЕМА: «ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ
В ПРИДОРОЖНЫХ ПОЛОСАХ Г. КАЗАНЬ»**

Направление подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование»
Направленность (профиль): Экология

Обучающийся: Баймяшкин Александр Сергеевич
Ф.И.О.


подпись

Руководитель: Ятманова Надежда Михайловна, к.с.-х.н., доцент
Ф.И.О. степень, уч.звание


подпись

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите,
протокол № 10 от 10.06 2020 г.

И.о.зав. каф.: Мусин Харис Гайнутдинович, д.с.-х.н., профессор
Ф.И.О. степень, уч.звание


подпись

Казань, 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	6
2. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	14
2.1. Программа исследований	14
2.2. Характеристика объектов исследования	14
2.2.1. Природные и хозяйственно-экономические условия района	14
2.2.2. Общая характеристика объекта исследования	19
2.2.3. Методы исследований	22
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ	25
3.1. Влияние транспорта на окружающую среду в г. Казани	25
3.2. Изучение токсичности почвы методом биотестирования	29
3.3. Инструкция по безопасности труда при организации и проведении исследовательских работ	33
3.4. Физическая культура на производстве	35
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	38

АННОТАЦИЯ

В процессе работы была определена токсичность почв придорожных полос г.Казань на примере Проспекта Победы методом биотестирования. Отбор почвенных образцов был проведен на придорожных территориях автотранспортной магистрали Проспект Победы и парковой зоны «Горки парк» в качестве контроля, отличающихся друг от друга по уровню автотранспортной нагрузки на прилегающих дорогах. В качестве тест объекта использовали семена редиса сорта розово-красный с белым кончиком, которые проращивали в чашках Петри. Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитывали индекс токсичности оцениваемого фактора. Достоверно доказано снижение результатов всхожести семян редиса на почвенных вытяжках придорожных полосах по сравнению с контролем.

In the process of work, the toxicity of the soils of roadside strips of Kazan was determined using the example of the Victory Avenue using the bioassay method. The selection of soil samples was carried out on the roadside territories of the motorway Prospect Pobedy and the Gorki Park park area as controls that differ from each other in terms of the level of motor traffic on adjacent roads. As a test object, pink-red radish seeds with a white tip were used, which were germinated in Petri dishes. To obtain comparable results, the toxicity index of the assessed factor was calculated according to the test results. Reliably proven decrease in the germination ability of radish seeds on soil extracts of roadside strips in comparison with the control.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время оценка степени экологической опасности традиционно осуществляется путем определения в окружающей среде отдельных потенциально вредных веществ или воздействий и сравнения полученных результатов с законодательно установленными для них предельно допустимыми величинами (Филенко, 1993) (10). В то же время такой способ контроля имеет ряд существенных недостатков. Аналитические методы, как правило, трудоемки, не всегда экспрессны, требуют дорогостоящего, иногда дефицитного оборудования и реактивов, а также высококвалифицированного обслуживающего персонала. Но главный их недостаток в том, что эти методы не могут гарантировать достоверной оценки экологической опасности, сколь бы широким не был спектр анализируемых веществ. Ведь важны не сами уровни загрязнений и воздействий, а те биологические эффекты, которые они могут вызвать и о которых не может дать информацию даже самый точный химический или физический анализ. А живые организмы способны воспринимать более низкие концентрации веществ, чем любой аналитический датчик, в связи, с чем биота может быть подвержена токсическим воздействиям, не регистрируемым техническими средствами (Брагинский, 1993) (2). В связи с этим актуальным становится применение методов биотестирования. Биотестирование – процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов (Егорова, 2000) (5).

Цель работы – определить токсичность почв придорожных полос г. Казань на примере Проспекта Победы методом биотестирования

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО ЛИТЕРАТУРНЫМ ИСТОЧНИКАМ

Существующая на сегодняшний день система контроля за загрязнением окружающей среды создана на основе количественного сравнения компонентного состава проб с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) токсических веществ. Вредный эффект от антропогенного загрязнения оценивают на основе суммарного значения техногенного воздействия, который высчитывается совместно с данными валового количества химических элементов. Эта система может быть не всегда эффективным.

Современные способы проведения биологического мониторинга (совокупность методов биоиндикации и биотестирования, применение объектов различного уровня организации) при постоянном наблюдении, дают возможность наблюдать за изменениями структуры сообществ, популяций и устойчивости экосистем к воздействию антропогенных факторов.

Для выполнения задач по выявлению источников загрязнения, оценивании их воздействия в окружающую среду, эффективно применение методов биотестирования.

Биотестирование это метод нахождения степени вредного воздействия физических, химических и биологических факторов среды, которые могут быть опасными для живых существ в их экосистемах (<https://school-science.ru/3/1/31599>)(13). Влияние гербицида на культурные растения. Биотестирование проводится экспериментально в лабораторных или в полевых условиях при помощи наблюдения за изменениями биологически значимых показателей исследуемых объектов с дальнейшей оценкой их состояния в согласно выбранным критериям токсичности. Проще говоря, биотестирование — это нахождение токсичности образцов воды, почвы, донных осадков для какой - либо культуры организмов в экспериментальных условиях.

Животные, применяемые при оценивании токсичности химических веществ, называются тест-объектами (test organism). Тест-объекты, по определению Л. П. Брагинского – «указатели» сигнала токсичности среды и заменителей сложных химических анализов, дающих возможность успешно подтверждать факт токсичности ядовитости и вредности водной среды или сточных вод («да» или «нет»), вне зависимости от того, было ли это вызвано присутствием одного точно определяемого эмпирически вещества или одного большого комплекса эмпирически не определяемых веществ, какой обыденно представляют из себя сточные воды.

Роль тест-объектов могут исполнять микроорганизмы, беспозвоночные и позвоночные организмы, а также высшие растения. К примеру, инфузории могут ощущать присутствие свинца, мышьяка, цинк, ртути, меди в диапазоне концентраций 1100 мкг/л, фурфурола и формальдегида – 50 мкг/л. Дафнии реагируют на фосфорорганические соединения при 0,01 мкг/л и на оловоорганические соединения в концентрации 10 мкг/л, личинки комаров – на фосфоросодержащие пестициды (0,03–5 мкг/л), амфибии – на медь и серебро в концентрации 0,06–1 мкг/л (СП – 11 – 102 – 97 Инженерно – экологические изыскания <http://docs.cntd.ru/document/871001220>) (24).

Условия к биотестерам содержат в себе: количество тест организмов должно быть большим для проведения отбора, т.е. без серьезного воздействия на их воспроизводство. Широта погрешностей в измерениях не должна быть выше 20–30 %; индикаторные организмы должны быть одного возраста и быть одинаковыми по свойствам; во время выбора биотестера следует отдавать предпочтение фиксированию функциональных, биологических, цитогенетических изменений отдельных индикаторных процессов биоты, а не только изменяющейся ее структуре, численности или биомассе, так как они являются более консервативными; организмы должны быть генетически похожими; сбор необходимых проб должен быть легок; должна проводиться сравнительно высокая скорость осуществления тестирования; биотесты должны обеспечивать получение достаточно

безошибочных и воссоздаваемых результатов; Биотест основывается на определении токсичности, мутагенности и канцерогенности. Исследование мутагенности и канцерогенности строится с помощью небольших тестов по наблюдению за поврежденными хромосомами, генными мутациями и поврежденными ДНК вместе с оценкой возможной опасности от какого-либо вредного вещества. Двумя главными средами обитания, в которых проводятся тесты, являются вода или атмосферный воздух. Иногда также есть возможность изучения воздействия на тест-объект твердых составляющих окружающего мира, таких как почва, донные осадки, грунт.

Основой биотестирования является методика сравнения тестируемых образцов с контрольными пробами за определенный срок. При этом может проводиться биотестирование в виде эксперимента (несколько часов), оценка острого токсического воздействия (от 1 до 3 суток экспозиции), хронического токсического воздействия (через 7-10 суток экспозиции), а также прогноз будущих последствий (через 2-3 недели экспозиции). На сегодняшний день создано более 50 стандартов. Биотестирование как способ оценки качества вод гораздо эффективнее по сравнению с обычными и устаревшими подходами по контролю состояния окружающей среды. Этот способ дешевле и лучше доступен к пониманию у начинающего специалиста.

Методы биотестирования не стоят на месте и постоянно улучшаются, создаются новые способы и техника для проведения исследований, проводятся процессы их сертификации и патентование (Григорьев, Шишкина, 2006; Жмур, 2007; Жмур, Орлова, 2007; Маячкина, Чугунова, 2009; Мальцева, Охупкина, 2010; Григорьев, Тютюкова, 2011; Бардина и др., 2013; Григорьев, 2013 и др.). В общем, при оценивании уровня загрязнения среды, методика биотестирования, как дополнительный, вспомогательный комплекс, как дополнительный комплекс, он обладает несколькими убедительными преимуществами:

- 1) тест-объект способен реагировать даже на довольно слабое антропогенное воздействие благодаря эффекту суммирования дозы вредных нагрузок;

- 2) в тесте складывается действие всех без исключения биологически вредных антропогенных факторов, в том числе физические и химические воздействия;

- 3) по итогам тестов довольно успешно обнаруживаются склонности к смене ситуации в окружающей среде.

В отличие от биотестирования, биоиндикация представляет собой обнаружение и поиск экологически важных природных и антропогенных загрязнений основанных на реакции на них живых организмов прямо в среде их обитания. Биологические индикаторы отличаются признаками, которые относятся к системе или процессу, в основе которых проводится качественная или количественная оценка склонности экосистемы к изменениям, нахождению или оценочной классификации состояния экологических систем, процессов и эффектов. В нынешние времена можно считать признанным, что главным индикатором устойчивого развития в финальном итоге является качество окружающей среды.

С недавних времен все большее внимание обращают на себя растительные биоиндикаторы. Внимательно наблюдая за увеличением или уменьшением скорости роста, накоплением количества биомассы, разрастанием корней, преобразованием окраски листьев у высших растений можно говорить о содержании определенных загрязнителей, в частности тяжёлых металлов в исследуемой среде. Например, воздействие никеля на саженцы кукурузы выражается в виде их хлороза, уменьшения роста корня и его разветвления. Наличие ионов кадмия и свинца сокращает размер листьев, ослабляет уровень фотосинтеза и задерживает прорастание корней (СП 11 - 102 – 97 Инженерно экологические изыскания для строительства <http://docs.cntd.ru/document/871001220>) (24).

Сильное значение при воздействии вредоносного металла на ткань растения имеет путь его транспортировки. У почвенных видов высших цветковых растений он изображен схемой: корень – стебель – листья – соцветия – семена. Сразу на первом этапе появляются трудности: на поверхности клеток корней содержится слизь, которая задерживает токсичные металлы и снижает её поступление в ткани – именно поэтому, вероятная чувствительность этих биоиндикаторов стремительно уменьшается. Токсичные металлы не оказывают какого бы то ни было избирательного воздействия на прорастание корней, позволяющие опознавать разные катионы – отличия в токсичности вызваны, преимущественно, неодинаковым их сходством к SH-группам в составе клеточных белков. Наибольшее количество же тест-систем основанных на высших почвенных растений построены либо на изменении интенсивности роста корней индикаторных видов, как например у пшеницы, овса, кукурузы, кресс-салата, лука, редиса.

Биоиндикация бывает специфической и неспецифической. В первом - специфическом случае, изменения живой системы можно объединить лишь с одним фактором среды. К примеру, большая концентрация озона в воздухе вызывает проявление на листьях табака (сорта Bel W3) серых некротических пятен. Во втором - неспецифическом случае разнообразные факторы среды вызывают одну и ту же реакцию. Например, уменьшение количества почвенных беспозвоночных организмов может произойти и при различных видах загрязнения почвы, и при вытаптывании, и во время периода засухи, о время засушливых времен, а также по другим причинам.

При ином способе выделяют прямую и косвенную биоиндикацию. Про прямую биоиндикацию судят, когда фактор среды воздействует на биологический объект напрямую. В описанном выше случае некротические пятна на табачных листьях появляются из-за прямого воздействия озона. Во время проведения косвенной биоиндикации фактор воздействует на биологический объект через изменение других факторов среды, таких как биотические или

абиотические. К примеру, использование гербицида (2,2-дихлорпропионовой кислоты) на лугу приводит к снижению количества злаков в растительном слое (с 55 до 12%) и, разумеется, к возросшему разнообразию трав, что можно расценивать как прямую биоиндикацию (Биологическое тестирование почвы. Методические указания <https://kubsau.ru/upload/iblock/79c/79c9037225e2dca1d186cea81b7e5d32.pdf>) (17).

К преимуществам биоиндикации перед традиционными инструментальными методами стоит назвать ее небольшую стоимость, высокую скорость получения необходимой информации и возможность описывать состояние среды в течение долгого промежутка времени. Использование биоиндикационных методов совместно с компьютерными технологиями и экспертной оценкой дает возможность создать прогноз изменения экосистем при увеличении антропогенной нагрузки, составить рекомендации по сбалансированному режиму природопользования, дать оценку степени экологического риска от антропогенного загрязнения.

Применение компьютерных информационных технологий позволяет снизить количество стандартных операций по получению, обработке и презентации данных, повысить точность и значительно увеличить скорость получения данных, провести анализ и отобразить данные более эффективно.

Центральный элемент исследования в компьютерной биологии – возможность прижизненного анализа изображений с помощью особого программного обеспечения. Именно оригинальные разработки ведут к прогрессу или отставанию в этой области науки. Практические исследования включают в себя важный элемент – проверку полученных данных. В компьютерной биологии одно и то же изображение должно быть проверено несколько раз с помощью различного программного обеспечения и полученные результаты должны точно соответствовать друг другу. Ныне главными объектами компьютерной биологии являются так называемые «плоские» объекты – то есть объекты, которые можно точно охарактеризовать с помощью двумерного изображения. Например, к таким

объектам относятся плоские черви – планарии, листья растений, крылья бабочек. Еще со времен Карла Линнея, биологи не применяли цвет объекта, поскольку не существовало технологий для работы с цветом. Электронные изображения живых биологических объектов могут быть охарактеризованы, в том числе и по цвету. Это открывает надежды на применение точных цветовых характеристик для описания объектов, чтобы оценивать физиологическое состояние животных и растений, а также для задач биологической систематики. Принципиальной новизной является возможность создания образов живых биологических объектов, что открывает перспективу для бесконтактной работы с биологическим объектом. Это приведет биологию на качественно новый уровень исследований, благодаря анализу и обработке изображений с распознаванием живых объектов. Основным компонентом компьютерной биологии становится анализ изображений. Создание и применение различных программ для анализа одного и того же изображения – самый надежный путь проверки полученных данных. Так, одним из многообещающих подходов в решении этой задачи стала методология создания и распознавания виртуальных образов, которая успешно разрабатывается во многих российских математических школах (СП – 11 – 102 – 97 Инженерно – экологические изыскания <http://docs.cntd.ru/document/871001220>) (24).

Даже самая совершенная современная и инновационная техника для мониторинга загрязнения и нахождения вредных веществ в окружающей среде не сможет сравниться с живым зеленым растением. К сожалению, и у растений есть один серьезный недостаток - они реагируют сразу на весь комплекс вредных веществ, без возможности определить концентрацию у отдельно взятого вещества. В свою очередь физические и химические методы дают количественные и качественные характеристики фактора, но позволяют лишь косвенно судить о его биологическом воздействии. При помощи биоиндикаторов можно получить информацию о биологических

последствиях и сделать только частичные выводы об особенностях самого фактора.

2.ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Программа исследований

Программой исследований было предусмотрено решение следующих задач:

- 1.Подобрать объекты исследований;
2. Выбрать и закрепить три пробные площади;
3. Отобрать почвенные образцы для проведения лабораторных исследований;
4. Провести камеральную обработку полученных результатов.

2.2. Объекты исследований

2.2.1.Природные и хозяйственно-экономические условия района

Город Казань - столица Республики Татарстан, в которой живет и работает примерно тридцать процентов населения региона. Казань является одним из самых крупнейших в России промышленных, производственных, транспортных, научно-образовательных, культурных и туристических центров страны. Это крупный узел дорог, как сухопутных, так и водных.

Общая площадь территории Казани составляет 614,4 кв. км. Численность постоянно проживающего населения города на 1 января 2019 года составила один миллион двести пятьдесят семь тысяч человек. Территориально город разделен на семь крупных районов.

Природные условия. Жгучие морозы и сильная жара в Казани довольно редки. Самые частые ветра в регионе, это южные и западные, штиль в среднем стоит тринадцать дней в году. Толщина снежного покрова в целом умеренная, она достигает своей максимальной точки в конце зимы, начале весны и составляет триста восемьдесят миллиметров. Число солнечных, облачных и пасмурных дней в году — сорок два, сто пятьдесят пять и сто

шестьдесят семь соответственно. Самым пасмурным месяцем в году считается ноябрь, самым солнечным летние июль и август. Осенью и весной иногда бывают туманы, всего их пятнадцать дней в году. Наиболее жаркий месяц года — июль, наиболее холодный — январь.

Среднегодовая температура воздуха в городе, по данным многолетних расчетов и наблюдений за погодой, составляет $+4,7^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц в Казани — январь с его средней температурой, которая составляет $-10,5^{\circ}\text{C}$. Самый тёплый месяц года — июль, его средняя температура составляет $+20,3^{\circ}\text{C}$. Самая высшая температура воздуха, отмеченная в Казани за всю историю наблюдений, $+39,0^{\circ}\text{C}$ (первое августа две тысячи десятого года), а самая низкая $-46,7^{\circ}\text{C}$ (двадцать первое января тысяча девятьсот сорок второго года).

Температура воздуха с постоянными плюсовыми значениями устанавливается, обычно, в конце марта или в начале апреля, а постоянная средняя температура ниже нуля — в конце октября - начале ноября.

Всего за год в Казани выпадает примерно пятьсот пятьдесят семь миллиметров осадков. Влажность воздуха за год составляет примерно семьдесят шесть процентов, летом — $62\text{—}72\%$, а зимой — $78\text{—}85\%$. Самая крупная часть атмосферных осадков выпадает с июня по октябрь, максимум дождей приходится на июнь, а минимум — на март. За год среднее количество дождливых дней составляет примерно сто девяносто семь дней из триста шестидесяти пяти (от десяти дней в мае до двадцать пяти дней в декабре). Наибольшим дождливым месяцем был июнь тысяча девятьсот семьдесят восьмого года, когда выпало двести двадцать миллиметров осадков (при норме в семьдесят миллиметров). Самыми сухими месяцами были февраль тысяча девятьсот восемьдесят четвертого года, август тысяча девятьсот семьдесят второго года (1972) и октябрь тысяча девятьсот восемьдесят седьмого года (1987), когда в Казани вообще не выпадали осадки.

Нижняя облачность составляет четыре балла, общая облачность — шесть баллов. (Климат Казани <https://ru.wikipedia.org/wiki/>) (22).а

В конце 20 - начале 21 века в Казани произошёл стремительный рост температуры в зимнее время года. Более того, заметен небольшой рост температуры летом.

Все абсолютные температурные минимумы в Казани по месяцам были зарегистрированы в 19 – 20 веках, в то время как на 21 век приходится уже 4 абсолютных максимума. Последующие 20 лет стали самыми тёплыми за всю историю метеонаблюдений в Казани: январь с мартом две тысячи двадцатого года, февраль 2002 года, июль 2010 года, ноябрь 2013 года и декабрь 2006 года. В то же время самые холодные месяцы наблюдались в прошлых годах. В последний раз самым холодным месяцем стал август тысяча девятьсот восьмидесятого года. (Ю. П. Переведенцев и др.; науч. ред. Ю. П. Переведенцев, Э. П. Наумов. Климат Казани и его изменения в современный период. — Казань: Издательство Казанского университета, 2006. — 215 с.) (14).

Экономические условия. Валовой территориальный продукт г. Казани в 2018 году составил семьсот шестьдесят восемь миллиардов рублей. Индекс промышленного производства по итогам 2018 года составил 105% к соответствующему уровню 2017 года.

По итогам две тысячи восемнадцатого года объем отгруженной продукции в целом по городу составил четыреста двадцать восемь миллиарда рублей, в том числе крупными и средними промышленными предприятиями г. Казани отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и оказано услуг на триста пятнадцать миллиардов рублей.

57.0% от общего объема промышленного производства города приходится на четыре ключевых вида деятельности: химическая промышленность – 32,5%, создание компьютеров, электронной техники и оптических изделий, техобслуживание – 9,3%, обеспечение электроэнергией, газом и паром – 9,2%, производство резиновых и пластмассовых изделий –

6,3%. (<https://www.kzn.ru/meriya/ispolnitelnyy-komitet/komitet-ekonomicheskogo-razvitiya/pokazateli-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-g-kazani/> Показатели социально - экономического развития города Казани) (25).

Казань является основным центром экономики Татарстана, здесь сосредоточено 35% населения занятого в отраслях экономики Республики Татарстан. Крупных и средних предприятий в городе - 150, из них 98 - акционерные предприятия. Всей стране известны крупные промышленные предприятия города: авиационное, вертолетное, моторостроительное производственные объединения, ПО Органический синтез, Казанькомпрессормаш, Мелита, Мединструмент и другие. Они выпускают авиатехнику, компьютеры и измерительные приборы, полиэтилен, меха, обувь, одежду и многое другое. (Экономико - географическая характеристика города Казани https://otherreferats.allbest.ru/geography/00393277_0.html) (27).

Экологические условия. Крупными источниками загрязняющих веществ являются более тысячи семисот предприятий, от них поступает в атмосферу и воду города 47% выбросов загрязняющих веществ. На долю автомобильного транспорта приходится остальная половина от всех загрязнений - 53 %. К территориям повышенной концентрации вредных веществ относится северная округа города. В ней расположено крупное химическое производство — Казанский органический синтез. Оно выбрасывает в атмосферу крупные концентрации диоксида серы, оксида азота и углерода и другие очень вредные соединения.

Промышленные предприятия, в основном — тот же Казанский органический синтез и завод по производству синтетического каучука, сбрасывают в городские водоемы примерно 46 миллионов кубических метров сточных вод, загрязняя протекающие рядом реки Казанку, Волгу и озеро Кабан фосфатами, нитратами, аммонийным азотом, сульфатами и хлоридами.

Площадь древесных растений составляет всего лишь 25% от требуемой нормы, в основном недостаток зеленых зон испытывают районы

многоэтажных застроек. (Город Казань: Климат, экология, районы, экономика <https://nesiditsa.ru/city/kazan>) (21).

2.2.2.Общая характеристика объектов исследования

Для выполнения задач, предусмотренных программой исследований, нами была выбрана одна из главных и самых активно загруженных магистралей г. Казани улице Проспект Победы.

Проспект Победы – шести полосная магистраль в Казани, имеющая два плавных изгиба и протянувшаяся на 9,7 км. Одна из самых длинных по протяженности и важнейших магистралей города. Главная ось в восточной части города связывает Советский и Приволжский районы и проходит соответственно через «спальные» кварталы Азино и Горки, а также Деревню Универсиады.

Проходит с севера на юг через Советский и Приволжский районы - от пересечения с улицей Академика Губкина до пересечения с Оренбургским проездом в микрорайоне Солнечный город, городская магистраль, ведущая к Солнечному городу, к больничному городку РКБ/ДРКБ и Международному аэропорту «Казань» (https://ru.wikipedia.org/wiki/Проспект_Победы) (26).

Для проведения исследований нами были закреплены 3 пункта:

- пункт 1 - остановка ул. Южная - Солнечный городок (рис.2.1);
- пункт 2 - остановка ул. академика А. Д. Сахарова (рис. 2.2);
- пункт 3 - остановка ул. Д. Файзи (рис. 2.3)



Рис. 2.1- пункт 1 - остановка ул. Южная - Солнечный городок



Рис. 2.2 - пункт 2 - остановка ул. Академика А. Д. Сахарова



Рис. 2.3 - пункт 3 - остановка ул. Д. Файзи

2.3 Методы исследований

Сбор полевого материала для исследований проводился в осенний период 2019 года. Натурные исследования были проведены на придорожных территориях автотранспортной магистрали Проспект Победы и парковой зоны «Горки парк» в качестве контроля, отличающихся друг от друга по уровню автотранспортной нагрузки на прилегающих дорогах. Отобранные образцы почвы с целью их оценки почвенно-экологических условий исследовались на токсичность методами биотестирования. Для этого методом конверта мы отобрали образцы почвы из всех 3 пунктов исследования магистрали (рис. 2.4). На каждом пункте отбирали по 3 пробы.



Рис.2.4 – Отбора почвенных образцов

Образцы высушили до воздушно-сухого состояния. Один объем воздушно-сухой почвы просеяли через сито с диаметром отверстий 2 мм. Почву взбалтывали с 3/4 частями водопроводной воды в течение 15 мин. Полученную смесь отстаивали 2 часа. После этого почвенную суспензию еще раз взболтали и фильтровали через всю толщу почвы на складчатом бумажном фильтре. И полученную вытяжку использовали для биотестирования. В качестве тест объекта использовали семена редиса сорта розово-красный с белым кончиком. Для успешного проведения биотестирования и получения сопоставимых данных использовали семена с высокой всхожестью и из одной партии. В чашки Петри диаметром 10 см поместили бумажные фильтры, на них разложили 30 шт. семян и прилили 5 мл почвенной вытяжки. А для контроля замочили семена в отстоявшейся водопроводной воде. Уровень жидкости в чашках должен быть ниже поверхности семян. Чашки покрыли и при комнатных условиях оставили на три дня.

На третий день измерили длину проростка в см, определили среднюю длину проростка, % проросших и не проросших семян, энергию прорастания.

Энергию прорастания определяли по формуле: $B = (a/v) * 100\%$,

где B – энергия прорастания семян, %;

a – число проросших семян,

v – общее число семян взятых для проращивания.

Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитывали индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ):

$$\text{ИТФ} = \text{ТФ}_0 / \text{ТФ}_к;$$

где ТФ_0 - значение регистрируемой тест-функции в опыте,

$\text{ТФ}_к$ - в контроле.

С целью формализации процедуры сопоставления полученных результатов разработана шкала токсичности («Экологический мониторинг: методические указания...», 2011) (16), состоящая из шести классов токсичности (табл.2.1).

Таблица 2.1 - Шкала токсичности

Классы токсичности	Величина ИТФ	Пояснение
VI (стимуляция)	>1.10	Фактор оказывает стимулирующее действие на тест-объекты. Величина тест функций на опыте превышает контрольные значения.
V (норма)	0,91-1,10	Фактор не оказывает существенного влияния на развитие тест - функций, находится на уровне контроля.
IV (низкая токсичность)	0,71-0,90	Разная степень снижения величины тест функций в опыте по сравнению с контролем
III (средняя)	0,50-0,70	
II (высокая)	<50 (ниже индекса LD ₅₀ принятого в токсикологии)	
I (сверхвысокая, вызывающая гибель тест-объектов)	Среда не пригодна для жизни тест-объекта	Наблюдается гибель тест-объекта

Полученные результаты были обработаны методами математической статистики.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Влияние транспорта на окружающую среду в г. Казань

Изменение состава и свойств атмосферного воздуха, оказывающее неблагоприятное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем называется загрязнением. Антропогенное загрязнение связано с выбросом различных загрязняющих веществ в процессе деятельности человека. По своим масштабам оно значительно превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха («Экология ...», 2005; 2007). (12).

Основным показателем, характеризующим состояние атмосферы, является концентрация вредных веществ и ее соотношение с ПДК или нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ). ПДВ определяются на основе ПДК с учетом рассеивания выбросов и наложения их на фоновое загрязнение. Также учитывается суммарное воздействие нескольких источников загрязнения (Лебедева, Анкудимова, 2002) (8).

Главные загрязнители (поллютанты) атмосферного воздуха, образующиеся в процессе производственной и иной деятельности человека - диоксид серы (SO_2), оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO) и твердые частицы. На их долю приходится около 98% в общем объеме выбросов вредных веществ. Помимо главных загрязнителей в атмосфере городов и поселков наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ, среди которых - формальдегид, фтористый водород, соединения свинца, аммиак, фенол, бензол, сероуглерод и др. Однако именно концентрации главных загрязнителей (диоксид серы и др.) наиболее часто превышают допустимые уровни во многих городах России (Экология ..., 2005) (12).

В настоящее время «основной вклад» в загрязнение атмосферного воздуха на территории России вносят: теплоэнергетика (тепловые и атомные электростанции, промышленные и городские котельные и др.), далее

предприятия черной металлургии, нефтедобычи и нефтехимии, автотранспорт, предприятия цветной металлургии и производство стройматериалов.

Ежегодно в рамках социально - гигиенического мониторинга Управлением Роспотребнадзора по Республике Татарстан осуществляется контроль за состоянием атмосферного воздуха по г. Казани на 4-х автоматических станциях контроля загрязнения атмосферного воздуха («Качество ...», 2013; «Контроль ...», 2013) (6)государстсссс.

Совокупный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух города составляет 130 тыс. тонн в год (так в 2007 г. он составил 121 тыс. тонн). Из них от 11607 источников - 32 тыс. тонн (или 25% от общего объема выбросов) и от передвижных источников города - 98 тыс. тонн в год (75%). Для сравнения: в 2007 году от 10507 источников выброс составил 29 тыс. тонн (Государственный доклад ..., 2007) (3).

По данным наблюдений за состоянием воздушного бассейна, осуществляемых в 2011, а также и 2012 гг. уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Казань характеризовался как «высокий». Так среднегодовые концентрации в превышали предельно допустимые концентрации (ПДК) по следующим загрязняющим веществам по бенз(а)пирену в 2.5 раза, диоксиду азота в 1.8 раз, формальдегиду в 1.7 раз (Государственный доклад ..., 2012; 2013) (4).

В годовом ходе максимумы взвешенных веществ, оксида углерода, сероводорода и формальдегида наблюдаются в летнее время, диоксида азота - весной, а бенз(а)пирена - зимой. Летний максимум взвешенных веществ обусловлен поступлением в воздух почвенной пыли, а увеличение формальдегидов в теплое время года - фотохимической реакцией при солнечной активности. Наибольшие показатели концентрации формальдегида, фенола и аммиака летом связаны с преобладанием северного и северо-западного направлений ветра, т.е. уровень загрязнений формируется в результате функционирования ряда промышленных предприятий,

находящихся в северо-западной части города. Максимальные значения бенз(а)пирена в зимний период связан с отопительным сезоном (Экология ..., 2005).

По данным Управления Роспотребнадзора по РТ (Татарстан) в 2012 г. средний показатель по РТ доли проб атмосферного воздуха городских поселений с превышением гигиенических нормативов уменьшился и составил 2.2% против 2.4% в 2011 г. Доля проб атмосферного воздуха, превышающих гигиенические нормативы составила в г. Казани - 3.1% (Государственный доклад ..., 2012; 2013)(4) .

В соответствии с «Государственный доклад..... за 2018 г.» (2019) общие валовые выбросы загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в 2018г. составили 374,8тыс. т, или 54,2% от общего объема выбросов по РТ против 371,7тыс. т в 2017г. Увеличение количества загрязняющих веществ на 3,1тыс.т по отношению к предыдущему году связано с ростом количества автомобилей на 107,7тыс. единиц. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств в целом по РТ в 2018г. представлена на рис.3.1.

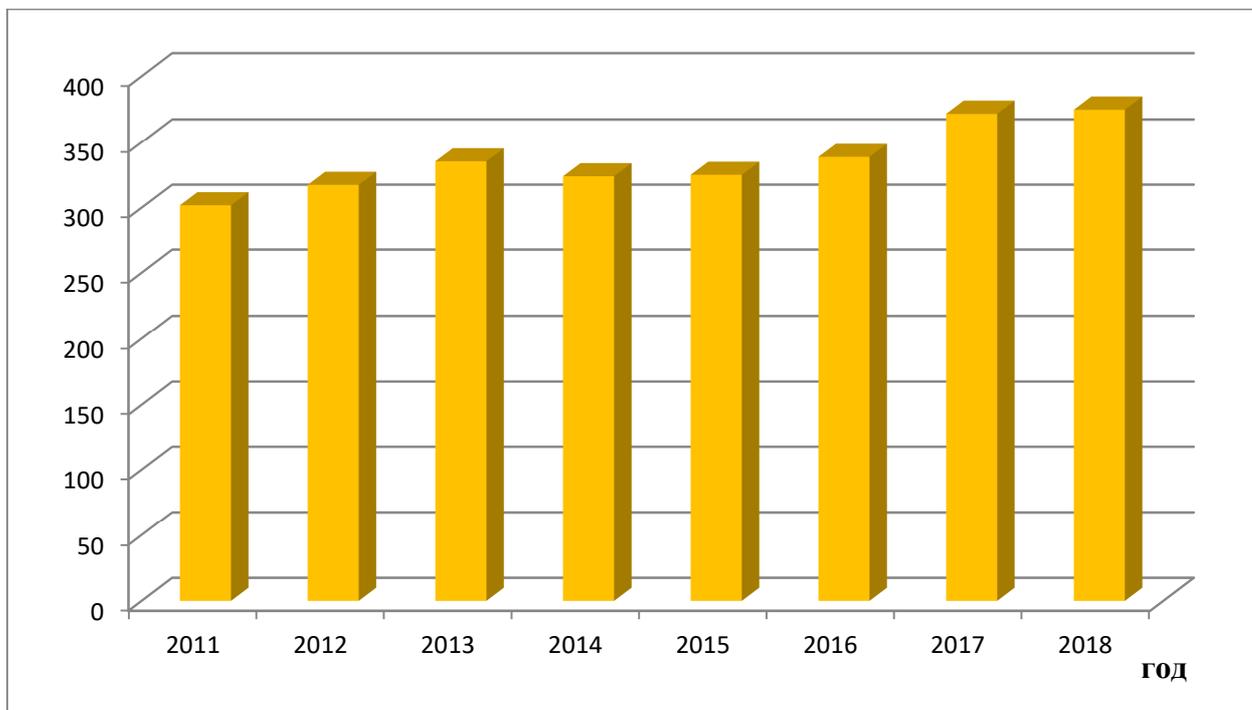


Рис. 3.1 - Динамика выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в атмосферу Республики Татарстан, тыс. т.

Казань является крупным промышленным центром РТ и основным загрязнителем атмосферного воздуха в регионе. Говоря об источниках загрязнения атмосферы нужно разделять промышленность и автотранспорт. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит автомобильный транспорт - 59.5% от общего объема выбросов по городу (таб. 3.1).

Таблица 3.1 - Сведения о динамике выбросов вредных веществ в атмосферу в г.Казань, тыс. т. по годам (Государственный доклад ..., 2011; 2018)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2018
Всего	102,4	109,5	120,7	131,3	136,5	93,7	99,9	102,8	137
Промышленность	25,9	33,1	28,7	32,4	31,0	28,7	30,6	29,3	31,0
Автотранспорт	76,5	76,4	92,0	98,9	105,5	65,0	69,3	73,5	105,5

В 2019 году общие валовые выбросы загрязняющих веществ от предприятий республики и автотранспортных средств составили 693 тыс. т против 690,9 тыс. т в 2018 году («Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. Итоги 2019 года»).

Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух города, являются: летучие органические соединения - 10.148 тыс.т; оксид углерода - 7.243 тыс.т; оксиды азота - 6.184 тыс.т; углеводороды (без ЛОС) - 5.795 тыс.т; твердые - 1,908 тыс.т.

Однако загрязнение автотранспортом происходит всех компонентов составляющих биосферы - воздушного, водного бассейна и плодородного слоя почвы.

В соответствии с «Аналитическая информация...» для решения основных экологических проблем нашего города предлагается ряд мероприятий, в т.ч. проведение экологической оценки влияния автотранспорта на окружающую среду. Одним из методов этой оценки может быть биотестирование.

3.2. Изучение токсичности почвы методом биотестирования

В крупных мегаполисах, каким является город Казань особо остро стоит проблема загрязнения атмосферного воздуха. Основным источником загрязнения является транспорт. Выхлопные газы негативно влияют на здоровье населения города. Многокомпонентность состава выхлопных газов, состоящих не только из исходных компонентов топлива, но и вторичных загрязняющих веществ, образующиеся в результате физико-химических превращений, приводят к загрязнению не только воздуха, но и накопление их на прилегающих территориях – в почве. Большинство загрязняющих веществ обладают токсичностью. Определение токсичности почвы является очень важным, т.к. в отличие от атмосферы именно в ней происходит многолетнее накопление загрязняющих веществ.

В экологии существует много различных методов исследования, как традиционные инструментальные, так и биологические методы – биоиндикация и биотестирование, основанные на использовании самих живых организмов. Они позволяют быстро и точно оценить качество состояния окружающей среды.

В результате проведенного биотестирования путем проращивания семян редиса в варианте с контролем, показатели всхожести получены самые высокие. Достоверно доказано снижение результатов в районе автомагистрали.

Максимальная лабораторная всхожесть была получена на контроле – все семена проросли – 100% (табл. 3.2). Статистически доказано отличие показателей опыта на пунктах исследования. На 1- и 2-ом пункте отмечены самые низкие результаты.

Соответственно количество не проросших семян также больше всего на этих пунктах - ул.Сахарова и Солнечный город. На 3-м пункте – ул.Д.Файзи – в 1,7 и 2,5 раза меньше по сравнению с ними. Значит пробы почвы, взятые около трассы на ост. ул. Ак.Сахарова и ул. Солнечный город, самые

загрязненные. Интенсивность движения транспорта на этих участка магистрали Пр.Победы очень высокая, так как здесь расположены большие автотранспортные развязки и перекрестки.

Таблица 3.2 – Результаты опыта по проращиванию семян редиса

Объекты	Лабораторная всхожесть, %	Не проросшие семена, %	Стгнившие семена, %	Длина проростков, см
ост. ул. Солнечный город	87,8	12,2	0	5,7
ост. ул.Ак.Сахарова	81,8	18,2	0	5,8
ост. ул.Д.Файзи	92,7	7,3	0	4,8
Контроль	100	0	0	4,4
НСР ₀₅	1,9	3,4	0	0,9
F _{расч.}	3,6	3,6	0	4,2
F _{табл.}	2,9	1,8	0	3,1

Результаты измерения биометрических показателей проростков редиса показали, что наибольшая длина проростков по сравнению с контролем на пробах 1 и 2 соответственно по 5,7 и 5,8 см. А минимальная – на контроле (рис.3.2). На наш взгляд, длина проростка не дает гарантию тому, что всходы будут качественные, нужно учитывать тот факт, что чем быстрее растение хочет отрасти и дать хороший «урожай», тем оно будет быстрее стремиться закончить свой онтогенез. Лучше, если они будут расти вовремя и получать питательные вещества как положено. Скорее всего, надо сослаться на то, что, чем короче гипокотиль, тем он крепче и без видовых морфологических изменений. В пробе контроль ростки редиса, выглядят более жизнеспособно, они прямые, морфологические изменения в них не наблюдаются. В пробе справа отклонения от контроля значительны: проростки очень длинные и очень тонкие, изменения в виде искривлений, скрученности и наличия очень длинных и тонких ростков.

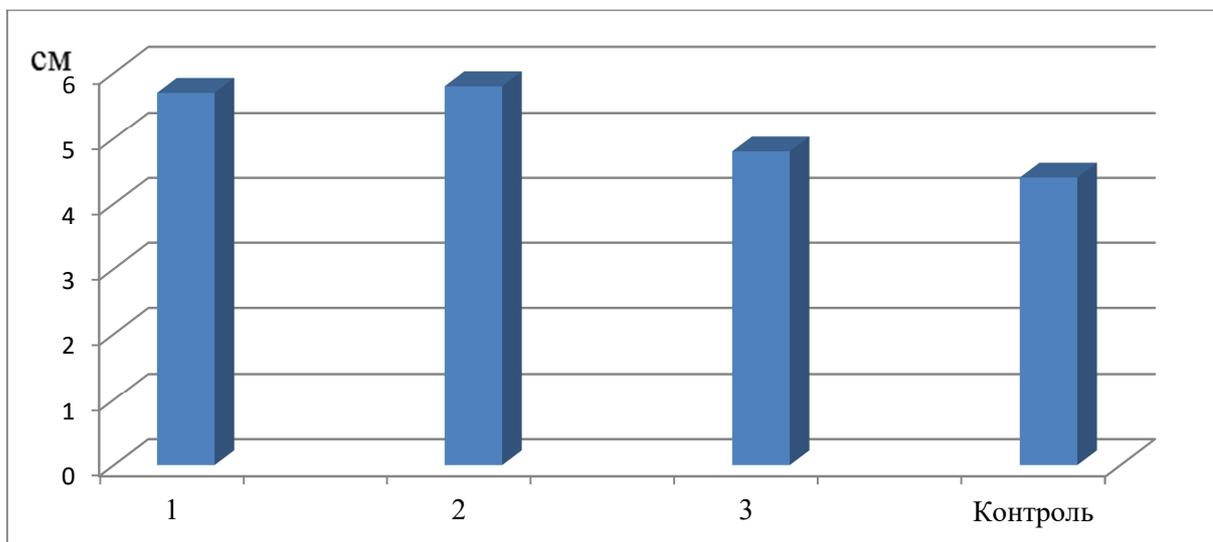


Рис. 3.2 – График измерений длины проростков редиса, см

Статистическая обработка данных биометрических показателей проростков редиса представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Результаты статистического анализа длины проростков редиса

№ объ-екта	$\bar{X} \pm m_x$	Абсолютн. min	Абсолютн., max	Стандартн. отклон., δ^2	Коэффициент вариации, С, %	Точность опыта, Р, %
1	$5,7 \pm 0,2$	1,5	27	4	55	3,5
2	$5,8 \pm 0,2$	0,3	14	3,5	52,7	3,4
3	$4,8 \pm 0,4$	0,5	12,5	3,6	53,8	4,1
4	$4,4 \pm 0,2$	0,2	12	2,9	42,7	4,5

Изменчивость данных в пробах 1,2,3 очень высокая и доказывает влияние изучаемого фактора. В контроле коэффициент вариации составил 42,7%. Достоверность исследований демонстрирует точность опыта, удовлетворительная и меньше 5.

Анализ динамики прорастания семян редиса показал, что 100%-й всхожестью отличается проба контроль (4). На протяжении всего периода проращивания наименьший процент всхожести был у семян, проращиваемых в почвенных вытяжках 1 и 2 объектов. Особенно это демонстрирует первый

день учета - всхожесть в них почти в 2,5 раза ниже, чем в контрольной пробе. В целом уже на второй день проращивания треть семян во всех пробах, кроме второго, проросла. Это еще раз доказывает влияние загрязняющих веществ на биотестере.

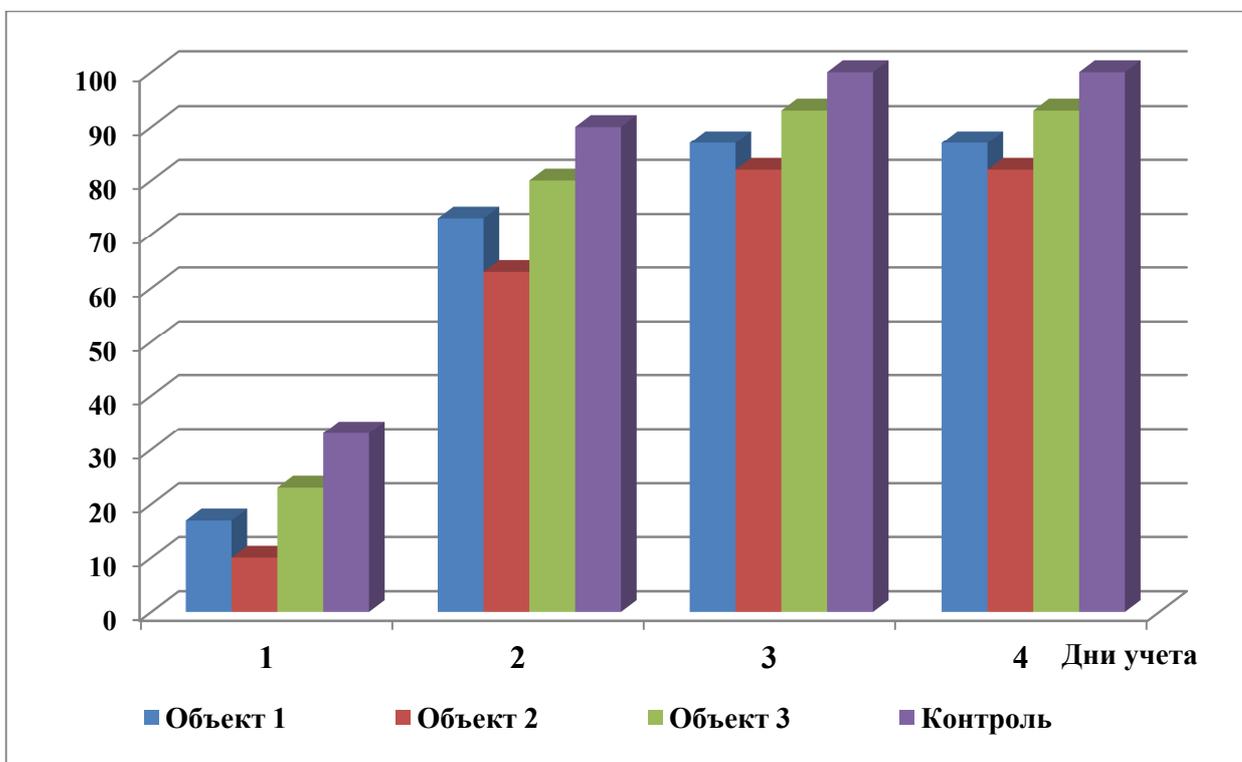


Рис.3.3 - Динамика произрастания семян редиса в почвенной вытяжке

Средний класс токсичности на всех пунктах исследования относится к V классу – почвенная вытяжка не оказывает существенного влияния на развитие тест – функций и находится на уровне контроля (таблица 3.4). Однако, при анализе исследуемых параметров по отдельности, мы установили, что по количеству проросших семян на пунктах 1-3 класс токсичности определяется как IV (низкая токсичность). Это значит, что происходит разная степень подавления величины тест функций в опыте по сравнению с контролем. По параметру длины гипокотилия ИТФ проб № 1-3 относятся к VI классу. Загрязнение автотранспортом, накопленное в почве, оказывает стимулирующее действие на проростки редиса. Величина тест-функции в опыте превышает контрольные значения

Таблица 3.4 – Характеристика класса токсичности по результатам проращивания

Объект исследования	По количеству проросших семян		По длине проростка		Средняя величина ИТФ	Класс токсичности
	%	ИТФ 1	см	ИТФ 2		
1	87,8	0,88	5,7	1,29	1,09	V (норма)
2	81,8	0,82	5,8	1,31	1,07	V (норма)
3	92,7	0,93	4,8	1,09	1,01	V (норма)
контроль	100	-	4,4	-	-	-
НСР ₀₅	1,9	-	0,6	-	-	-

Таким образом, наиболее загрязненными являются почвенные образцы, взятые с трассы Проспект Победы. В этих местах основным источником загрязнения почв является автотранспорт. Экологическое состояние окружающей среды в районе парка Горкин лес в пределах нормы. Особенно загрязненным участком Южной трассы является район ул. Ак. А.Сахарова и ул. Солнечный город.

3.3. Инструкция по безопасности труда при организации и проведении исследовательских работ

Подготовка к проведению полевых экспедиционных работ должна соответствовать программе (плану) проведения полевых экспедиционных работ.

Комплектование полевых подразделений должно производиться с учетом обеспечения здоровых и безопасных условий труда при проведении полевых работ.

Все сотрудники, выезжающие в натурные исследования, должны проходить обязательные медицинские осмотры в установленном порядке с учетом профиля их работ.

Принимать на работу, а также направлять в поле лиц, состояние здоровья которых не соответствует данным условиям работы, запрещается.

Все участники до начала полевых работ должны быть ознакомлены с основными природными особенностями района работ, возможными опасностями, а также уметь оказывать первую медицинскую помощь.

Управление транспортом, механизмами, а также обслуживание двигателей, компрессоров, электроустановок и др. оборудования должно производиться лицами, имеющими на это право, при наличии соответствующих документов.

Передавать управление и обслуживание механизмов и оборудования лицам, не имеющим на то право, а также оставлять без присмотра работающие механизмы, требующие присутствия людей, запрещается.

Экспедиционные группы, выезжающие на полевые работы, должны быть полностью обеспечены исправным снаряжением и средствами техники безопасности в соответствии с Перечнем средств техники безопасности и охраны труда для экспедиций.

При получении полевого имущества необходимо контролировать его качество и соответствие нормам обеспечения.

Полевое подразделение должно получить набор медикаментов, перевязочных и др. средств. Каждая маршрутная группа обеспечивается аптечкой первой помощи.

Выезд группы на полевые работы разрешается только после проверки их готовности к этим работам.

Все выявленные недостатки должны быть устранены до выезда на полевые работы.

При аварийной ситуации руководство полевого подразделения обязано принять все возможные меры вплоть до прекращения производственной работы для ликвидации опасности и оказания помощи пострадавшим.

Все полевые экспедиционные, а также вспомогательные работы должны выполняться в соответствии с Правилами пожарной безопасности.

3.4. Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве является главным фактором ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Поэтому выпускник Казанского ГАУ, который освоил программы бакалавриата, должен уметь использовать методы и средства физической культуры для того, чтобы обеспечить полноценную социальную и профессиональную деятельность.

На основе физической культуры лежат физические упражнения, с помощью которых индивид всесторонне совершенствует себя. Происходит развитие его двигательных качеств, умений и навыков, которые необходимы для профессиональной деятельности. Для этого используют следующие способы и методы. Направленные на развитие физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

В занятия по физической культуре на производстве следует включать различные виды спорта, так как это способствует сохранению здоровья индивидуума, его психического благополучия и совершенствуются

физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума

ВЫВОДЫ

1. В результате биотестирования состояния почв придорожных территорий г.Казань на примере автомагистрали Проспект Победы с использованием семян редиса показало, что в пунктах пробоотбора 1-3 - ул. Южная, ул.Сахарова, ул.Файзи - достоверно доказано снижение результатов всхожести по сравнению с контролем.

2. Изменчивость данных измерения длины проростков редиса в пробах 1,2,3 очень высокая (52,7 – 55%) и доказывает влияние изучаемого фактора.

3. Почвенные вытяжки не оказали токсического действия на прораствание семян, средний класс токсичности во всех пробах V (норма).

4. При анализе исследуемых параметров по отдельности, мы установили, что по количеству проросших семян на пунктах 1-3 класс токсичности определяется как IV (низкая токсичность).

5. По параметру длины гипокотилия ИТФ проб № 1-3 относятся к VI классу, т.е. загрязнение автотранспортом, накопленное в почве, оказывает стимулирующее действие на проростки редиса

РЕКОМЕНДАЦИИ

На наш взгляд ИТФ целесообразно использовать в качестве одного из мониторинговых показателей при обследовании почв города региональными почвенно-химическими лабораториями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитическая информация Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан по г. Казань [Электронный ресурс] // http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_67868.pdf (дата обращения: 24.06.2020).
2. Брагинский Л.П. Интегральная токсичность водной среды и ее оценка с помощью методов биотестирования // Гидробиологический журнал, 1993.-Т.29. - №6.
3. Биоиндикация почвы при помощи растений [Электронный ресурс] https://studbooks.net/637112/ekologiya/bioindikatsiya_pochvy_pomoschi_rastenyi
4. Биотестирование и биоиндикация [Электронный ресурс] <http://www.ecolognatural.ru/enats-13-1.html>
5. Биологическое тестирование почвы. Методические указания. [Электронный ресурс] <https://kubsau.ru/upload/iblock/79c/79c9037225e2dca1d186cea81b7e5d32.pdf>
6. Биоиндикация почвы при помощи растений [Электронный ресурс] https://studbooks.net/637112/ekologiya/bioindikatsiya_pochvy_pomoschi_rastenyi
7. Биотестирование и биоиндикация [Электронный ресурс] <http://www.ecolognatural.ru/enats-13-1.html>
8. Влияние гербицида на культурные растения [Электронный ресурс] <https://school-science.ru/3/1/31599>
9. 21. Город Казань: Климат, экология, районы, экономика [Электронный ресурс] <https://nesiditsa.ru/city/kazan>
10. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2004 году / М-во экологии и природ. ресурсов РТ. Казань: Печатный двор, 2006. 478 с.
11. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2012 году. Казань, 2013. 504 с.

12. Егорова Е.И. Биотестирование объектов окружающей среды. Лабораторный практикум по курсу «Биологический мониторинг» // Е.И. Егорова, Б.И.Сынзыныс. – Обнинск, ИАТЭ, 2003.

13. Качество атмосферного воздуха в г. Казани [Электронный ресурс] // Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. Режим доступа: <http://eco.tatarstan.ru/rus/info.php?id=413538> (дата обращения: 27.12.2013 г.).

14. Климат Казани [Электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Казани

15. Кремлева О. А.. Оценка экологического состояния городских территорий на примере г. Казань [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.tourfactor.ru/conference-2007/30-analiz-sostoyaniya-vnutrennego-turizma/60-2010-03-09-14-28-22.html> (дата обращения: 28.12.2013 г.).

16. Лебедева М. И., Анкудимова И. А. Экология: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 80 с.

17. Методы биотестирования [Электронный ресурс] https://studref.com/418078/geografiya/metody_biotestirovaniya

18. Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. Итоги 2019 года. – Казань, 2019

19. Переведенцев Ю. П. и др.; науч. ред. Ю. П. Переведенцев, Э. П. Наумов. Климат Казани и его изменения в современный период. — Казань: Издательство Казанского университета, 2006. — 215 с.

20. Показатели социально - экономического развития города Казани [Электронный ресурс] <https://www.kzn.ru/meriya/ispolnitelnyy-komitet/komitet-ekonomicheskogo-razvitiya/pokazateli-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-g-kazani/>

21. Проспект Победы https://ru.wikipedia.org/wiki/Проспект_Победы [Электронный ресурс]

22. СП – 11 – 102 – 97 Инженерно – экологические изыскания [Электронный ресурс] <http://docs.cntd.ru/document/871001220>

23. Филенко О.Ф. Традиционное и новое в эколого - рыбохозяйственном нормировании // Токсикологический вестник. – 1993. №3. – С. 15-16.

24. Экологический мониторинг: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ для студентов направления 022000 «Экология и природопользование» / сост. О.В. Малюта, А. Р. Григорьева.- Йошкар–Ола: Поволжский государственный технический университет, 2011. – 64 с.

25. Экология города Казани. - Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. - 576 с.

26. Экологический мониторинг: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ для студентов направления 022000 «Экология и природопользование» / сост. О.В. Малюта, А. Р. Григорьева.- Йошкар–Ола: Поволжский государственный технический университет, 2011. – 64 с.

27. Экономико - географическая характеристика города Казани [Электронный ресурс]
https://otherreferats.allbest.ru/geography/00393277_0.html