РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ДЕТСКИЙ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЛИЦЕЙ С. БУЛГАКОВО
МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА УФИМСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ИЗУЧЕНИЕ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЧВЫ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОНОВ г. УФЫ

Выполнила: **Умарова Нигина**,
ученица 10 класса МБОУ Лицей с.Булгаково,
обучающаяся объединения ГБУ ДО РДЭБЦ
Руководитель: **Зайцева Ирина Маратовна**,
ПДО ГБУ ДО РДЭБЦ

Уфа – 2020 г.

Содержание

Глава 1. Введение……3
Глава 2. Литературный обзор…….……4
2.1. Структура и функции почвы в урбоэкосистемах ….……5
2.2. Источники загрязнения почв.....……..……6
2.3. Влияние автотранспорта на загрязнения почв ……..……8
2.4. Значение мониторинга урбанизированных почв.……..8
2.5. Биотестирование – экспресс метод мониторинга почв……...10
Глава 3. Методика исследования……11
3.1.Этапы работы……11
3.2. Методики эксперимента……12
Глава 4. Результаты исследования…..……...…..15
Глава 5. Выводы…….……...……21
Практические рекомендации……..21
Приложения…….....….... 22

ВВЕДЕНИЕ

Городские ландшафты являются наиболее сильно измененной категорией антропогенных ландшафтов. Изменяется литогенная основа, исчезает естественная растительность, и появляются особые фитоценозы городских насаждений, формируется особый тип почв – урбанозёмы [1]. Почвенный покров, являясь одним из основных компонентов городской среды, выполняет важнейшие функции для поддержания стабильного эколого-гигиенического состояния урбоэкосистемы, поэтому нуждается в особенном внимании.

Актуальными в настоящее время становятся вопросы реконструкции и возобновления городских насаждений, особенно примагистральных, которые защищают городскую среду от воздействия автомобильного транспорта [2,3]. Однако при производстве работ по благоустройству и озеленению городских территорий почвам зачастую не уделяется должного внимания. Ведение современного городского хозяйства ориентировано на приоритет растительности, и фактически полностью игнорирует проблемы состояния почв [4-6].

В настоящее время в городах основная масса токсических веществ поступает в воздух и осаждается на почву от автотранспорта [1]. В крупных городах доля выбросов от автотранспорта достигает 80% [8]. В выхлопных газах автотранспорта содержится более 200 токсических веществ, которые с пылевыми частицами оседают в примагистральной зоне и вызывают деградацию почвенного покрова. Примагистральные почвы относят к категории земель, находящихся в зоне экстремального техногенного воздействия [12].

Проблематика исследования: Идея данной работы пришла ко мне, когда я увидела, что рядом с экологическим центром, где я занимаюсь, на примагистральный газон сажают молодые деревья. И сажают очень близко от дорожного полотна – буквально 0,5 м – в зоне прямого воздействия автомагистрали на почвы. Возник вопрос – насколько почва в этой зоне благоприятна для посадки деревьев?

Поэтому **целью исследовательской работы** явилось изучение деградационных процессов почвы примагистральных территорий под действием автомобильного транспорта.

Задачи исследования:

1. Обосновать неблагоприятное действие автомагистрали на прилегающие почвы.
2. Исследовать содержание гумуса в почвах примагистральных территорий в зависимости удаленности от дорожного полотна.
3. Исследовать кислотность почвы примагистральных газонов в зависимости удаленности от дорожного полотна.
4. Исследовать изменение видового состава растительности в зависимости удаленности от дорожного полотна.

5. Определить фитотоксичность почвы по энергии прорастания семян кресс-салата.
6. Исследовать фитотоксичность примагистральных почв по изменению морфометрических параметров кресс-салата.
7. Определить оптимальное расстояние посадки деревьев от автомагистрали.

Практическая значимость работы: проведена экологическая оценка состояния почвы примагистральных газонов г. Уфы и определено оптимальное расстояние посадки древесных насаждений от дорожного полотна.

Глава 2.Литературный обзор

2.1. Структура и функции почвы в урбоэкосистемах

Городские ландшафты являются наиболее сильно измененной категорией антропогенных ландшафтов. Изменяется литогенная основа, исчезает естественная растительность, и появляются особые фитоценозы городских насаждений, формируется особый тип почв – урбаноземы [1].

Городские почвы – это антропогенно измененные почвы, имеющие созданный в результате человеческой деятельности поверхностный слой мощностью более 50 см, полученный перемешиванием, насыпанием или погребением материала урбаногенного происхождения, в том числе строительно-бытового мусора.

Общие черты городских почв следующие:

- материнская порода – насыпные, намывные или перемешанные грунты или культурный слой;
- включения строительного и бытового мусора в верхних горизонтах;
- высокая загрязненность тяжелыми металлами и нефтепродуктами;
- особые физико-механические свойства почв (пониженная влагоемкость, повышенная объемная масса, уплотненность, каменистость);
- рост профиля вверх за счет постоянного привнесения различных материалов [4].

Специфика городских почв состоит в сочетании перечисленных свойств. Для городских почв характерен специфический диагностический горизонт "урбик" (от слова urbanus – город). Горизонт "урбик" – поверхностный органо-минеральный насыпной, перемешанный горизонт, с урбоантропогенными включениями (более 5% строительно-бытового мусора, промышленных отходов), мощностью более 5 см [5-7].

Под воздействием крупных городов в значительной мере загрязняется почвенный покров. Городские почвы (урбоземы) отличны от естественных по химизму, водно-физическим свойствам. Они переуплотнены, почвенные горизонты перемешаны и насыщены строительным мусором, бытовыми отходами. Естественный почвенный покров на большей части города уничтожен, кроме парков. Одной из основных особенностей условий городской среды является наличие почв, характеризующихся отсутствием естественных горизонтов, их перемешиванием, наличием в составе различных примесей и измененным элементным составом − урбаноземов [6]. Загрязнение тяжелыми металлами характерно чаще всего лишь для поверхностного слоя почвы, однако повышенный уровень содержания микроэлементов проявляется уже на большей глубине [8]. Урбаноземам присущи термометаморфизация и искусственное уплотнение, что влечет за собой ухудшение воздушного режима и уменьшение водопропускной способности, экскавация, некоторая степень засоления в виду попадания противогололедных реагентов в зимний период, пониженный уровень гумуса [9].

Городские почвы, кроме почв лесопарков, имеют повышенное содержание тяжелых металлов, особенно в верхних (0—5 см) слоях, которое в 4—6 раз пре-

вышает фоновое. Сильное загрязнение почвы тяжелыми металлами в совокупности с очагами сернистых загрязнений приводит к уничтожению микрофлоры, потере плодородия, возникновению техногенных пустынь [10]. Почва становится мертвой при содержании в ней 2— 3 г свинца на 1 кг грунта, а в некоторых участках промышленных зон содержание свинца составляет 10—15 г на 1 кг грунта [11].

Из-за регулярной уборки растительных остатков снижается плодородие городских почв, что обрекает городские растения на «голодный паек». Ухудшает качество почв и регулярное скашивание газонов. Снижает плодородие городских земель и бедная почвенная микрофлора. Экологические функции городских почв ослаблены не только из-за сильного загрязнения (почва перестает быть фильтрационным барьером), но и из-за их уплотнения, затрудняющего газообмен в системе «почва — атмосфера» [12].

Городские почвы имеют следующие существенные отличия от природных почв:

• формирование почв на насыпных или смешанных грунтах и культурном слое;
• наличие различных включений, бытового и строительного мусора наряду с высокой загрязненностью нефтепродуктами и тяжелыми металлами;
• изменение физико-механических свойств (повышенная плотность сложения и каменистость, пониженная влагоемкость) [9].

Основная экологическая функция городских почв – очищение городской среды от загрязнения ее вредными веществами. Эта функция связана с поглотительными, адсорбционными и биологическими функциями почв. Почвы эффективно изымают, преобразуют и нейтрализуют различные загрязнители. Почвы города поглощают вредные газообразные вещества, в том числе от автотранспорта [13], ТЭЦ, промышленных предприятий, и регулируют состав атмосферного воздуха.

Почва является хорошим биогеохимическим барьером для большинства токсичных соединений (тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов и др.) на пути их миграции из атмосферного воздуха города в грунтовые воды и речную сеть. Через почву поверхностные сточные воды попадают в грунтовые воды, водоемы и водотоки. При этом почва играет роль очистного фильтра [14].

Почвы в городе существуют под воздействием тех же факторов почвообразования, что и природные ненарушенные почвы, но в городах антропогенные факторы почвообразования преобладают над естественными факторами. Особенности почвообразовательных процессов на городских территориях состоят в следующем: нарушение почв в результате перемещения горизонтов с природных мест залегания, деформация структуры почвы и порядка расположения почвенных горизонтов; низкое содержание органического вещества – основного структурообразующего компонента почвы; уменьшение численности популяций и активности почвенных микроорганизмов и беспозвоночных как следствие дефицита органического вещества [15].

2.2. Источники загрязнения почв

Основными источниками загрязнения почвы являются бытовые отходы, автомобильный и железнодорожный транспорт, выбросы теплоэлектростанций, промышленных предприятий, сточные воды, строительный мусор. Вредные вещества поступают в почвы городов в результате разрушения и строительства зданий, выбросов транспорта, металлургических, нефтеперерабатывающих и химических предприятий, энергетических станций, слива сточных вод, применения противогололедных химикатов [15-16].

Значительный вред городским биогеоценозам наносит вывоз и сжигание листвы, в результате чего нарушается биогеохимический цикл питательных элементов почвы; почвы постоянно беднеют, состояние произрастающей на них растительности ухудшается. Кроме того, сжигание листвы на территории города приводит к дополнительному загрязнению городской атмосферы, поскольку при этом в воздух поступают те самые вредные загрязнители, в том числе тяжелые металлы, которые были сорбированы листьями [4].

К процессам деградации почв относится их переуплотнение. Как правило, почвы города сильно переуплотнены с поверхности, в корнеобитаемом слое. Уплотнение почв приводит к уменьшению их пористости, а значит, к уменьшению влагоемкости и воздухопроницаемости почв. Твердость почвы на уплотненных участках города составляет 40…45 г/см2, тогда как для нормального роста трав эта величина должна быть в два раза меньше. Сильное уплотнение почвы ведет к созданию в корнеобитаемом слое условий, близких к анаэробным, особенно в период продолжительных дождей. В таких условиях затрудняется рост корней древесных и травянистых растений и нарушается процесс их естественного возобновления [7].

Городские земли отчуждаются под жилые здания, промышленные объекты, дороги. Застроенные или замощенные земли в крупных городах занимают до 70…90% городской территории. Запечатанные асфальтом, жилыми и промышленными постройками почвы практически непроницаемы для осадков и, в меньшей мере, для воздуха. Запечатанные почвы имеют измененные водный, воздушный и тепловой режимы. Для них характерны условия повышенной влажности, дефицита кислорода, меньшего градиента температуры.

Почвы, запечатанные под зданиями, без естественной аэрации переувлажняются. Это вызывает повышение влажности в подвалах и ведет к разрушению фундаментов. В результате страдает здоровье жителей нижних этажей: наблюдается повышенная влажность помещений, развитие патогенной грибковой микрофлоры, борьба с которой затруднена.

Загрязнение почв в результате антропогенной деятельности приводит к изменению их химического состава и ухудшению качества, вызывает целый ряд негативных последствий вплоть до потери способности к биопродуктивности и самоочищению. Обратимость изменений, или способность почв к самовосстановлению, зависит от буферных свойств самой почвы и от характера воздействия - его интенсивности, продолжительности, направленности на определенные свойства почвы, почвообразующего потенциала природных факторов.

2.3. Влияние автотранспорта на загрязнение почвы

В настоящее время в городах основная масса токсических веществ поступает в воздух и осаждается на почву от автотранспорта [1]. В крупных городах доля выбросов от автотранспорта достигает 80% [8].

Под действием автотранспорта наблюдается комплексное воздействие на рост и развитие древесных насаждений – как прямое, так и косвенное – посредством влияния через почву. В выхлопных газах автотранспорта содержится более 200 токсических веществ, которые с пылевыми частицами оседают в примагистральной зоне и вызывают деградацию почвенного покрова. Примагистральные почвы относят к категории земель, находящихся в зоне экстремального техногенного воздействия [12].

В состав выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей входит около 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны оксиды углерода, азота, углеводороды, в т.ч. полициклические ароматические углеводороды (бенз[а]пирен и др.). При сжигании 1 л бензина в воздух поступает 200-400 мг свинца, входящего в состав антидетонационной присадки. Транспорт является также источником пыли, возникающей от разрушения дорожных покрытий и истирания шин [17].

Увеличение числа автомобилей в городских условиях приводит к деградации почв, особенно в местах, расположенных вблизи автострад с высокой интенсивностью движения, так как основная масса загрязнений аккумулируется в почвах. Помимо загрязняющих веществ, образующихся при сжигании автомобильного топлива, в окружающую среду поступают продукты износа поверхностей дорожного полотна, резиновая крошка с частицами тяжелых металлов

Частое образование пробок, многочисленные остановки у светофоров позволяют двигателям часто работать на холостом ходу и на низких передачах, повышая тем самым удельный выброс загрязняющих веществ.

Основными канцерогенными веществами, входящими в состав выхлопных газов автотранспорта являются диоксид серы, оксид углерода, оксид азота и углеводороды, в т.ч. бензапирен и соединения свинца [13]. Кроме того, автомобильные дороги являются одним из источников образования пыли в приземном слое воздуха [14].

Особый вклад в ухудшение химических свойств почв вносит применение зимой солей в целях быстрого освобождения дорог от снега. Для этого используют в основном хлористый натрий. В результате в городах и вдоль автомагистралей появляются такие же засоленные почвы, как в степях или на морском побережье [16].

2.4. Значение мониторинга городских почв

Почвенный покров, являясь одним из основных компонентов городской среды, выполняет важнейшие функции для поддержания стабильного эколого-гигиенического состояния урбоэкосистемы. Городские почвы по-разному

справляются с их выполнением, что зависит от степени преобразования почвенных профилей и свойств, изменяющихся под влиянием антропогенного фактора. Антропогенные почвенные образования, формирующиеся в пределах города, являются базовым компонентом всей урбоэкосистемы, поскольку именно на них замыкаются биогеохимические круговороты веществ, происходит биохимическое преобразование поступающих извне веществ [17]. В крупных городах антропогенное воздействие на почвенный покров становится преобладающим над естественными процессами, формируя разнообразный и пестрый почвенный покров из специфических почв и почвоподобных тел. Формирование данных почв и площадь их распространения вызывается историческими особенностями города, типом использования территории, временем ее освоения и особенностями поступления инородных веществ и материалов [18].

Почвенный покров является важнейшим ее компонентом городских экосистем. Однако при производстве работ по благоустройству и озеленению городских территорий почвам зачастую не уделяется должного внимания. Ведение современного городского хозяйства ориентировано на приоритет растительности, и фактически полностью игнорирует проблемы состояния почв. Современные методики оценки качества почвенного покрова и требования, предъявляемые к городским почвам, согласно действующим нормам и правилам, являясь преимущественно санитарно-гигиеническими, не характеризуют состояние почвенного покрова в той мере, какая необходима для ландшафтного проектирования городских территорий [19]. Эколого-аналитическая оценка состояния окружающей среды – это главная задача экологического мониторинга. Показатели качества природной среды делятся на физические, химические и биологические. Исходя из этого, для оценки качества и состояния почв, как одного из компонентов природной среды, используются показатели, отражающие их морфологические, физические, физико-химические, химические и биологические свойства.

Среди контролируемых показателей состояния почв, используемых в экологическом почвенно-химическом мониторинге, различаются две группы: биохимические (прямые, специфические) − показатели общего содержания поллютантов, с прямым токсическим действием которых связано отрицательное слияние загрязняющих веществ на живые организмы; педохимические (косвенные, неспецифические) – показатели химических свойств почв, изменение которых вызвано поступлением загрязняющих веществ (показатели гумусного состояния почв, кислотно-основных и окислительно-восстановительных, ионообменных и сорбционных свойств) [20-21].

Оценить экологическое состояние почв, произвести их инвентаризацию и организовать мониторинг динамических свойств и характеристик значительно сложнее, чем в случае других компонентов окружающей среды – воды и воздуха. Это обусловлено тем, что почвы намного более сложно организованные

объекты. В них сочетаются компоненты трех фаз – твердой, жидкой и газовой, то есть присутствуют означенные выше однородные среды, а также живые организмы, с деятельностью которых во многом связано функционирование, жизнь этих сложных биокосных систем.

Действующая система контроля за загрязнением окружающей среды основана на количественном сравнении компонентного состава проб с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) загрязняющих веществ) [21]. Опасность техногенного воздействия оценивается на основании суммарного коэффициента техногенного загрязнения, рассчитанного в соответствии с данными валового содержания химических элементов. Такой подход является не всегда эффективным. В настоящее время число веществ-загрязнителей превысило миллион наименований, и ежегодно синтезируется свыше четверти миллиона новых веществ [1]. Вредное действие физических, химических и других факторов при их комбинации может усиливаться (синергизм). Изолированного действия веществ и факторов не существует, в окружающей среде наблюдается совместное действие всего комплекса факторов. Биотестирование способно дать комплексную оценку техногенного загрязнения на почвы [22]. Поэтому при мониторинге окружающей среды все чаще и чаще применяется метод биотестирования.

2.5. Биотестирование – экспресс метод мониторинга почв

Биотестирование с помощью тест-растений используется как прием проведения мониторинговых исследований в условиях техногенной нагрузки.

Методы биотестирования, основанные на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, способны давать достоверную информацию о качестве компонентов окружающей среды, в том числе почв. Биотестирование имеет следующие преимущества перед аналитическими методами мониторинга:

- быстрота проведения;
- доступность и простота проведения эксперимента;
- воспроизводимость и достоверность полученных результатов;
- экономичность как в материальном отношении, так и по трудозатратам;
- объективность и достоверность полученных данных [23].

Таким образом, биотестирование является экспресс методом оценки загрязнения окружающей среды, в частности, почв.

Токсичность почв, определяемая методом проращивания семян в почве, выше, чем токсичность водных вытяжек из этих же почв. Разница особенно велика, при загрязнении почв токсикантами малорастворимыми в воде, например нефтепродуктами [24]. Высшие растения являются желательными тест-объектами, поскольку **продуктивность является важнейшим критерием качества почвы**. При биотестировании техногенно-загрязненных почв выявляется потенциальная продуктивность и пригодность почвы обеспечивать рост и развитие растений. Контролируемым показателем являются данные измерений

длины корней проростков как наиболее информативный показатель при определении степени токсичности почвы. Биотестирование дает возможность определять уровень интегральной токсичности почвы и позволяет следить за динамикой ее самоочищения, а также восстановления с применением рекультивационных мероприятий.

Характеристика кресс-салата как наиболее удобной тест-культуры

Кресс-салат (Lepidium sativum) обладает повышенной чувствительностью к загрязнению почвы, а также к загрязнению воздуха. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнения. Кроме того, побеги этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян). Как биоиндикатор кресс-салат удобен ещё и тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом количестве растений при небольшой площади рабочего места (чашка Петри). Привлекательны также и очень короткие сроки эксперимента, семена кресс-салата прорастают уже на 3 — 4 день, и на большинство вопросов эксперимента можно получить ответ в течение 10 — 15 суток, только надо в самом начале проверить семена на всхожесть и для достоверности эксперимент повторить трижды [25].

Вывод по литобзору:

Почвенный покров является важнейшим ее компонентом городских экосистем. Однако при производстве работ по благоустройству и озеленению городских территорий почвам зачастую не уделяется должного внимания. Ведение современного городского хозяйства ориентировано на приоритет растительности, и фактически полностью игнорирует проблемы состояния почв. Городские почвы подвергаются влиянию антропогенных факторов, особенно интенсивное влияние автомобильного транспорта. Из этого следут необходимость постоянного мониторинга городских почв. Мониторинг автомобильного загрязнения почв эффективнее всего проводить методом биотестирования, так как этот метод дает комплексную характеристику загрязнения.

Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Период исследования: Исследования проводились в 2019 году. Пробы почвы отбирались в сентябре 2019 года. Опыты проводились на базе лаборатории ГБУ ДО РДЭБЦ и Республиканской почвенно-химической лаборатории. **Объектом исследования** послужила почва городского газона в районе Проспекта Октября 4 и почва придорожного газона трассы Уфа-Булгаково.

ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

1. Выбор точек отбора проб.
2. Отбор проб.
3. Определение pH проб почвы.
4. Определение содержания гумуса в пробах почвы, отобранных на разном удалении от дороги.
5. Биотестирование почвы двумя методами – посевом семян в образцы почвы и выращивания семян на почвенных вытяжках в чашках Петри.
6. Определение фитотоксичности почвенных образцов методом биотестирования с помощью кресс-салата.
6. Сравнение эффективности и удобства 2-х методов биотестирования.
7. Определение видового состава растительности газона на различном удалении от дороги.
9. Определение оптимального расстояния от дороги для посадки древесных насаждений в качестве лесозащитных полос.
10. Разработка практических рекомендаций для создания городских защитных насаждений.

Выбор точек отбора почвенных образцов

Для определения токсического воздействия автодороги на придорожные газоны, образцы почв отбирались на различной удаленности от дорожного полотна. Пробы отбирались методом «конверта» из верхнего горизонта (0–2 см) и с глубины до 10 см. В качестве контрольной (фоновой) точки исследовали почву с опушки лесного массива в 2500 м от автотрассы.

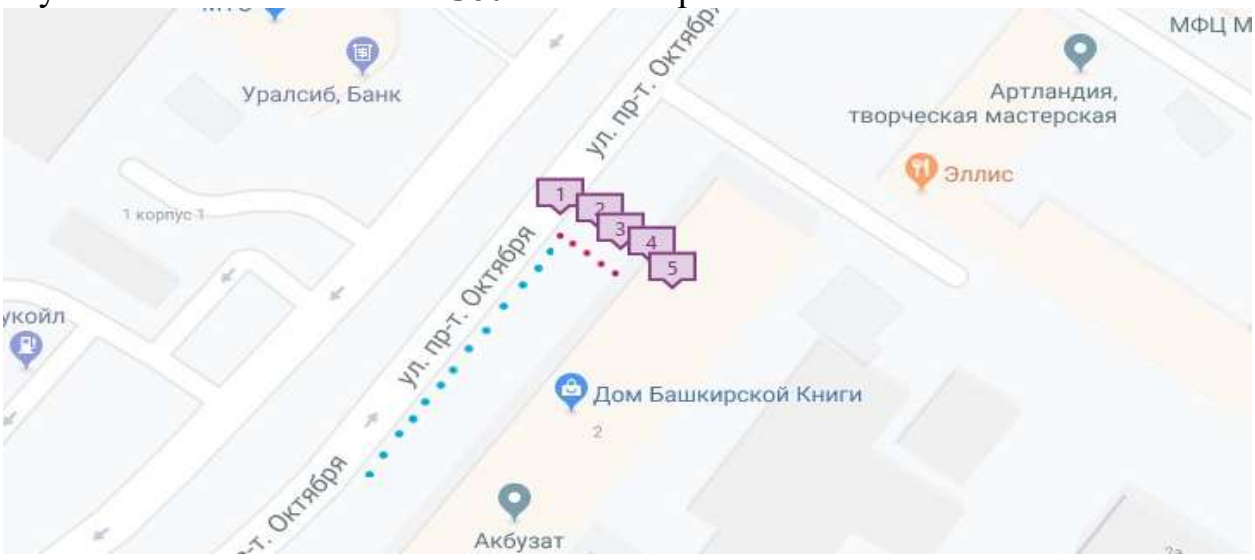

Рис. 1. Точки отбора проб на примагистральном газоне Проспект Октября д.2, (синими точками обозначены места посадки молодых деревьев, красными – места отбора проб: 1- 0,05м; 2 - 0,75м; 3 - 1,5м; 4 - 5,0м; 5 – 5,0м.)

Пробы почв были отобраны в 2-х зонах:

- с примагистрального газона - Проспект Октября д.2;
- с придорожного газона трассы Уфа-Булгаково.

Удаленность точек отбора проб почвы от автомобильной трассы

- Точка № 1 – расстояние 5-10 см от дороги;
- Точка № 2 – расстояние 50—70 см;
- Точка № 3 – расстояние 2 метра;
- Точка № 4 – расстояние 5 метров;
- Точка № 5 – расстояние 7 метров;
- Точка № 6 – контроль, опушка лесного массива, 2500 м от автотрассы.

Отбор почвенных образцов

Почвенные образцы отбирались согласно требованиям, предъявляемым к почвенным исследованиям. Почвенные пробы отбирались методом конверта. Для того чтобы анализ почвы был более точным, в каждой выбранной зоне брали не менее пяти проб. Образцы почвы помещали в пронумерованные пакеты.

С каждой рабочей пробы отборной площадки брали 5 образцов почвы. Почвы отбирали с глубины до 10 см. Из каждой точки отбирают около 1 кг почвы. Почвенные образцы упаковывали в полотняные мешочки и снабжали этикетками.

После каждого отбора проб почвенная лопатка тщательно очищалась многократным втыканием в слой почвы, из которого брались следующие образцы.

Перед анализом почву тщательно очищали от корней растений и других растительных остатков, камней и прочих включений. Высушенные пробы растирали и просеивали через сито с отверстиями 0,25—1 мм. Навеску почвы для анализа взяли методом «средней пробы»: просеянный образец рассыпали тонким слоем (около 0,5 см) на листе бумаги в виде квадрата и поделили его шпателем на мелкие квадратики со стороной 2—2,5 см. Из каждого квадратика шпателем отобрали часть образца (Мелехова, 2007).

Определение содержания гумуса

Содержания гумуса проводили по стандартной методике И.В.Тюрина.

Определение фитотоксичности почв методом посева кресс-салата в образцы почвы

Метод основан на реакции тест - культур и позволяет определить суммарное токсичное действие загрязняющих веществ на исследуемые почвы. Семена тест - культур высевали в лотки с почвенными пробами. Поскольку одним из основных загрязнителей атмосферного воздуха и почвы является автомобильный транспорт, для проведения анализа мы определили точки отбора проб вдоль автомобильной трассы в центре города и на пригородной трассе с интен-

сивным транспортным потоком. Контрольные пробы брались на опушке лесного массива в 2500 м отдаленности от трассы.

В ходе опыта фиксировали всхожесть, длину наземной и корневой системы. Опыт проводился при использовании дополнительного освещения и поддержании постоянной влажности почвы. В каждый сосуд высевали по 50 семян кресс-салата. В течение десяти дней велись наблюдения за проростками по следующим показателям:

- время появления всходов и их число на каждые сутки;
- общая всхожесть;
- длина наземной части всходов;
- длина корешков.

Определение фитотоксичности почвенных образцов по выращиванию кресс-салата на водных вытяжках почвенных образцов

Приготовление водных вытяжек почв для определения фитотоксичности почвы

Среднюю пробу почвы растирали в фарфоровой ступке и просеивали через сито с величиной отверстий в 1 мм. Для приготовления водной вытяжки брали навеску воздушно-сухой почвы в 20 г и помещали в коническую колбу на 250 $см^3$. В колбу наливали 100 мл дистиллированной воды (соотношение почвы и воды 1:5), лишенной CO_2 (30 мин. кипячением). Содержимое колбы размешивали с помощью магнитной мешалки 5 мин. Затем водную вытяжку отстаивали 5 мин и фильтровали через беззольный бумажный фильтр в небольшой химический стакан [31].

Биотестирование водных вытяжек почв на проростках кресс-салата

В чашки Петри помещали фильтровальную бумагу. На поверхность фильтров укладываются по 50 семян тест-растений кресс-салата. Расстояние между соседними семенами должно быть по возможности одинаковым. Проращивание всех семян проводили в одинаковых условиях по всем остальным факторам. Содержимое чашек Петри увлажняли водной вытяжкой исследуемой почвы. Одна чашка служила в качестве контроля по отношению к остальным, фильтровальную бумагу в ней увлажняли дистиллированной водой. В течение 4 дней наблюдали за прорастанием семян, поддерживая влажность на одном уровне. По истечении 4-х дней проростки вынимали и измеряли линейкой с точностью до 1 мм длину корешков, затем взвешивали проростки на аналитических весах, определяя биомассу [32].

Предварительно определенная лабораторная всхожесть (согласно ГОСТ 12038-84) используемых нами в фитотестировании тест-культур составила 100%.

Нами была проведена оценка фитотоксического эффекта (ФЭ) по длине корней тест-растений согласно формуле, предложенной И.Н. Лозановской, Д.С. Орловым, Л.К. Садовниковой (1998): $ФЭ = [(Lo – Lx)/Lo] 100\%$, где Lo – сред-

няя длина корешков проростков в контрольном опыте, Lx – средняя длина корешков проростков, выращенных на фитотоксичной среде.
Степень фитотоксичности определялась как: 10-30 % слабая фитотоксичность, 30 – 50% − средней степени фитотоксичности почв; разница свыше 50% − о высокой или недопустимой степени фитотоксичности почв.

Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Исследование содержание гумуса в почвенных пробах в зависимости удаленности от дорожного полотна

Исследование содержание гумуса в пробах почв, показало, что содержание гумуса уменьшается с приближением к автомобильному полотну (Таблица 1).

Таблица 1.

Результаты определения содержания гумуса в образцах почв

№ пробы	Место отбора пробы	удаленность от дорожного полотна, м	Содержание гумуса, %
1.1	Проспект Октября	0,05	1,9
1.2	Трасса Р-240	0,05	2,4
2.1	Проспект Октября	0,75	2,5
2.2	Трасса Р-240	0,75	3,4
3.1	Проспект Октября	1,5	3,8
3.2	Трасса Р-240	1,5	5,2
4.1	Проспект Октября	3,0	4,6
4.2	Трасса Р-240	3,0	5,6
5.1	Проспект Октября	5,0	5,4
5.2	Трасса Р-240	5,0	5,6
6 (контроль)	Контроль опушка леса	2500,0	6,1

Уменьшение содержания гумуса можно объяснить интенсивным воздействием автомобильного транспорта, в частности привнесением песка, пыли и антигололедных реагентов в примагистральную зону. Уменьшение гумуса в зоне 5-10 см непосредственно граничащей с трассой, показывает значения в три раза меньше нормы – до 2% (от общей массы почвенного образца).

При сравнении образцов почвы, взятых с Проспекта Октября и пригородной трассы Р-240, было обнаружено, примагистральная зона Проспекта Октяб-

ря испытывает более сильное антропогенное воздействие, что объясняется тем, что этот участок находится в зоне торможения перед светофором, вследствие чего, увеличивается количество выделяемых автомобилями газов.

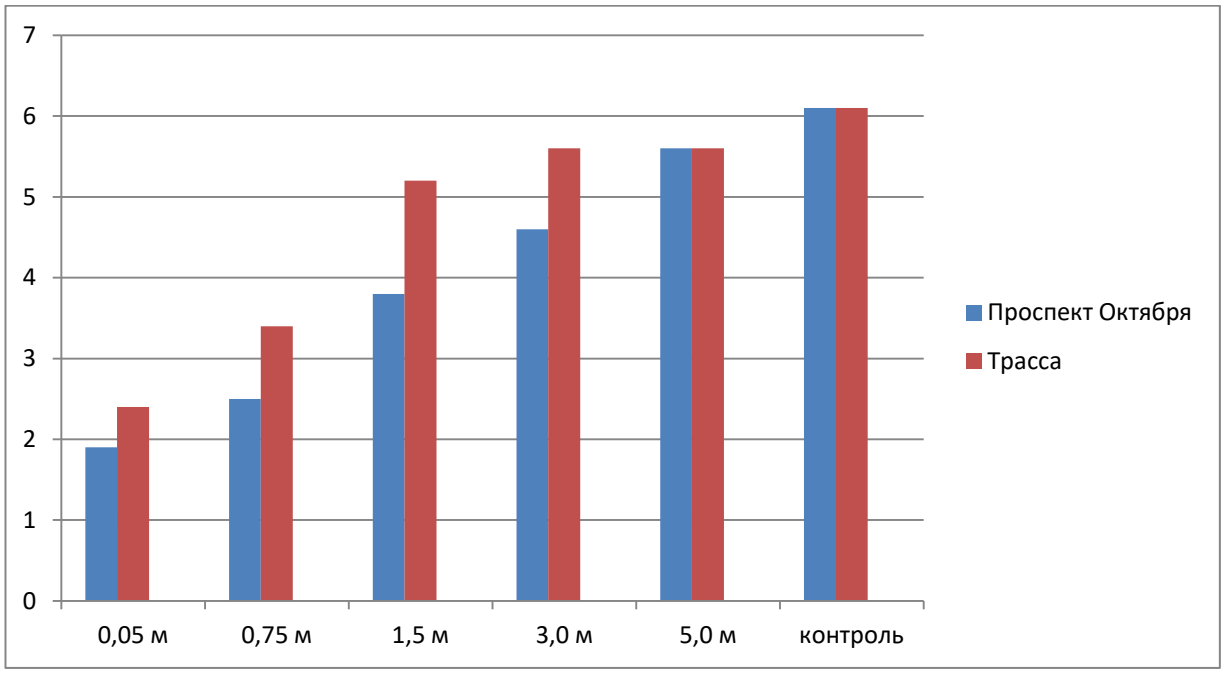

Рис. 1. Изменение содержания гумуса (в %) почвенных пробах в зависимости удаленности от дорожного полотна.

4.2. Исследование кислотности почв примагистральных газонов

Показатель pH почв является важным параметром, поскольку кислотность почвы влияет на доступность питательных веществ, макро- и микро-элементов, растворимость токсичных веществ, микробиологическую активность почвы, развитие и функционирование клеток корневой системы растений.

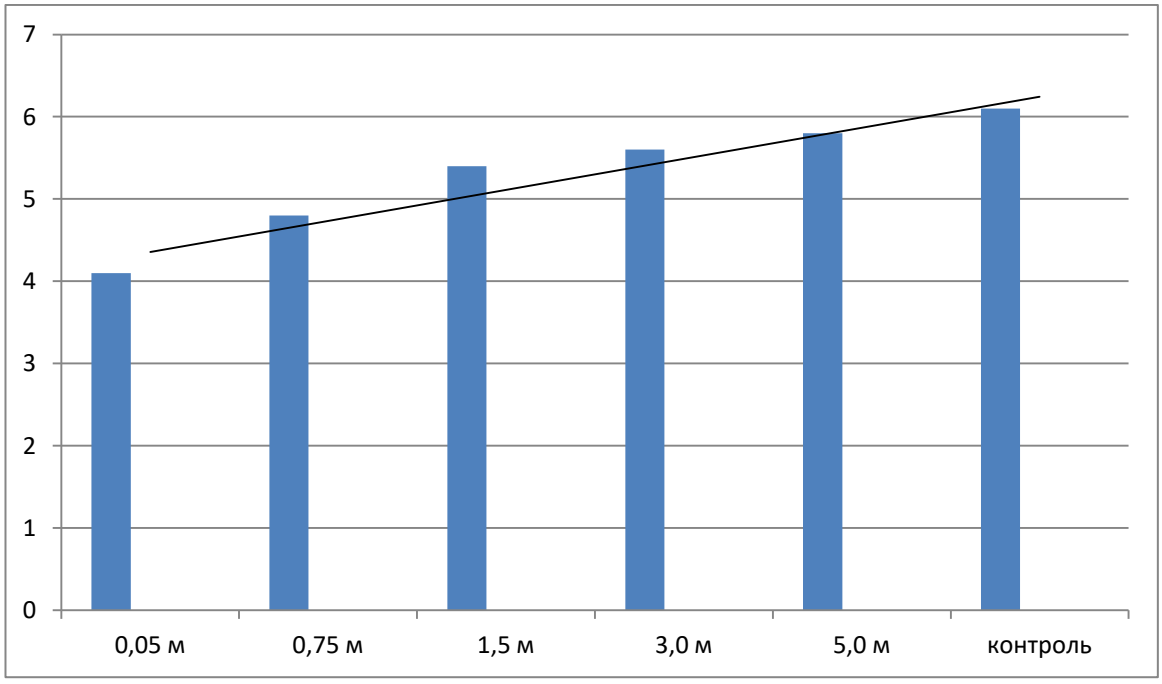

Рис. 2. Изменение значения pH при удалении точек отбора от дорожного полотна

на Проспекте Октября

Исследование кислотности образцов почв примагистрального газона показало, что примагистральные почвы закислены – крайнее значение pH достигает 4,1 и обнаружено в пробе, взятой ближе всего от автодорожного полотна. Данный факт также показывает высокую степень воздействия автомобильного транспорта на примагистральный газон и деградационные изменения в почве.

4.3. Исследование видового состава растительности, произрастающей в примагистральной зоне Проспекта Октября

Ботанические критерии (изменение видового состава) - чувствительны к нарушениям окружающей среды и помогают проследить зоны негативного антропогенного воздействия.

Таблица 2

Изменение видового состава растительности в зависимости от удаленности от автодорожного полотна

№ пробы	Место отбора пробы, м (удаленность от дороги).	Видовой состав растительности
1	0,05	Овсяница луговая (*Festuca pratensis*)
2	0,75	Овсяница луговая (*Festuca pratensis*) одуванчик обыкновенный (*Taráxacum officinále*).
3	1,5	Овсяница луговая (*Festuca pratensis*), Одуванчик обыкновенный (*Taráxacum officinále*)., Тысячелистник обыкновенный (*Achilléa millefólium*)
4	3,0	Овсяница луговая (*Festuca pratensis*), Одуванчикобыкновенный (*Taráxacum officinále*)., Тысячелистник обыкновенный (*Achilléa millefólium*), Мятлик луговой (*Poa praténsis*),
5	5,0	Овсяница луговая (*Festuca pratensis*), Одуванчик обыкновенный (*Taráxacum officinále*)., Тысячелистник обыкновенный (*Achilléa millefólium*), Мятлик (*Poa praténsis*), Лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*) Будра плющевидная (*Glechóma hederácea*), Аистник обыкновенный (*Eródium cicutárium*), Подорожник ланцтолистный (*Plantágo lanceoláta*) Мох (*отдел Bryophyta*)

Изучение видового состава растительности показало, что видовой состав характерен для кислых почв и уменьшается с приближением к автодорожному полотну. Непосредственно около полотна произрастает овсяница луговая, проективное покрытие которой составляет 70-80 %.

4.4. Определение фитотоксичности почвы по энергии прорастания семян кресс-салата

Энергия прорастания семян кресс-салата варьировала от 27% до 89 % в зависимости от удаленности взятых проб от автотрассы. Энергия прорастания на участках с наименьшей удаленностью от автотрассы почти в три раза меньше, чем в контроле, что характеризуется высокой степенью фитотоксичности пробы почвы наименее удаленной от автотрассы.

Таблица 3

Фитотоксичность образцов почвы, определенная по энергии прорастания семян кресс-салата

Точка отбора пробы	Расстояние от дороги, м	Энергия прорастания	Степень фитотоксичности
1	0,05	27%	Высокая
2	0,75	30%	Высокая
3	1,5	34%	Высокая
4	3,0	75%	Средняя
5	5,0	89%	Низкая
6	2500 контроль	100%	-

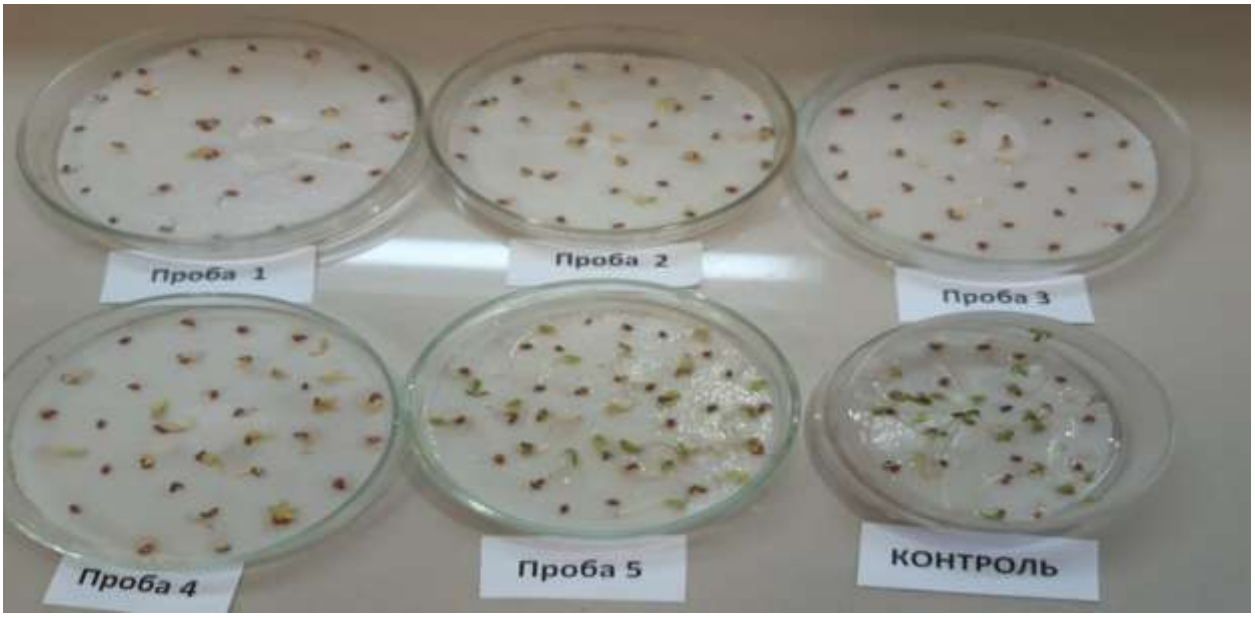

Рис. 3. Определение энергии прорастания семян тест-растения кресс-салата на почвенной вытяжке.

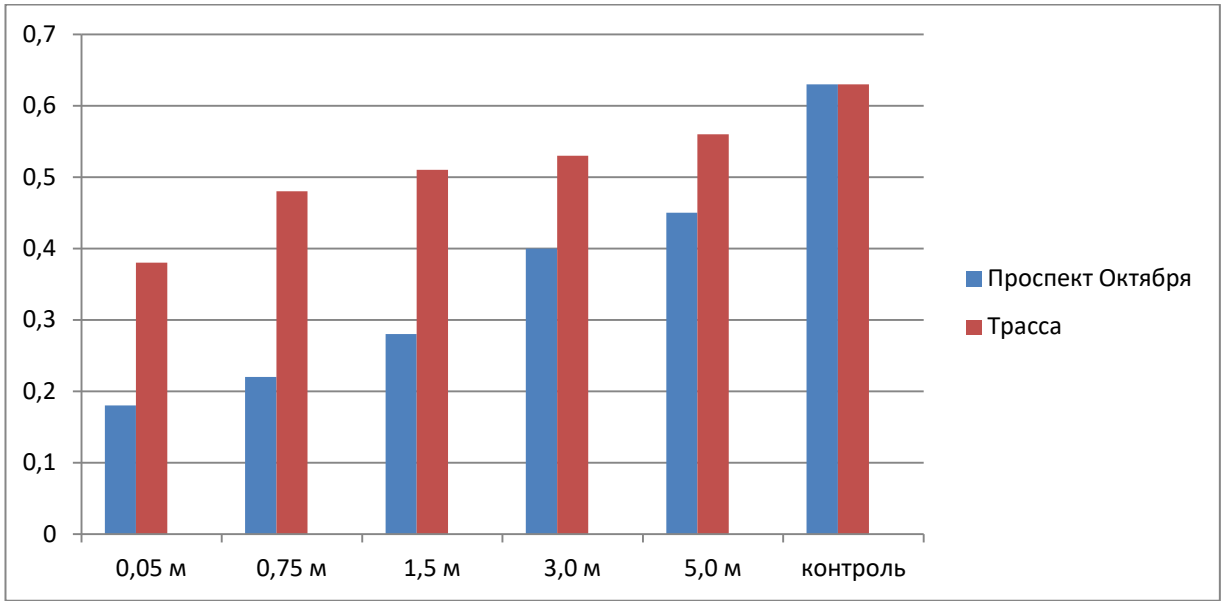

Рис. 4 Изменение биомассы проростков (в граммах) в зависимости от удаленности точки отбора почвенных проб от дорожного полотна

4.5. Исследование фитотоксичности почвы по изменению морфометрических параметров

При фиксации морфометрических параметров проростков кресс-салата (Таблица 4), наблюдается изменение основных морфометрических параметров (меняется соотношение длины корней и длины надземной части побега), что свидетельствует о токсическом действии почв на ранних этапах роста проростков. Анализ параметров корневой системы показал, что практически для всех проб почвы, взятых из загрязненных районов, характерны корни меньшей или одинаковой длины, при этом, чем выше токсическая нагрузка, тем слабее развивается корневая система.

Используя шкалу токсичности, определили класс токсичности исследуемой почвы. Индекс фитотоксичности изменяется в зависимости удаленности от автодорожного полотна.

В результате наблюдений было установлено, что содержание в почве загрязняющих веществ оказывает прямое воздействие на морфологические признаки исследуемых тест растений, при замерах высоты наземной части растений наблюдались следующие зависимости: с увеличением токсичности почвы высота побегов уменьшалась.

Рис. 5. Уменьшение корешков проростков кресс-салата в ответ на увеличение токсичности почвенных образцов.

При взвешивании биомассы проростков – наблюдалась тенденция уменьшения биомассы при приближении к автодорожному полотну (Рис. 4.).

Таблица 4

Морфометрические параметры кресс-салата (посев в почвенные пробы)

№ пробы	Место отбора пробы	удаленность от дорожного полотна, м	Всхожесть, %	Длина ростка (среднее значение), мм	Длина корешка (среднее значение), мм	Биомасса, г
1.1	Проспект Октября	0,05	32	16	4	0,18
1.2	Трасса Р-240		52	21	8	0,38
2.1	Проспект Октября	0,75	54	23	6	0,22
2.2	Трасса Р-240		70	32	10	0,48
3.1	Проспект Октября	1,5	58	36	20	0,28
3.2	Трасса Р-240		86	38	25	0,51
4.1	Проспект Октября	3,0	86	41	35	0,40
4.2	Трасса Р-240		86	44	40	0,53
5.1	Проспект Октября	5,0	88	43	42	0,45
5.2	Трасса Р-240		92	56	50	0,56
6	Опушка леса контроль	2500	99	57	50	0,63

Таблица 5.

Морфометрические параметры кресс-салата в водной вытяжке почвенных проб почвы с Проспекта Октября

№ пробы	Место отбора пробы, м (удаленность от дороги).	pH почвенной вытяжки	Всхожесть, %	Длина ростка (ср. значение), мм	Длина корешка (ср.значение), мм	Биомасса, г
1	0,05	4,1	27	17	1,2	0,19
2	0,75	4,8	30	22	5,2	0,24
3	1,5	5,4	34	28	18	0,28
4	3,0	5,6	75	40	30	0,41
5	5,0	5,8	89	48	46	0,45
6	2500 (контроль)	6,5	100	55	56	0,62

Степень фитотоксичности почв рассчитывали по изменению длины корешков и проростков кресс-салата, выращенных на исследуемых почвах по отношению к контролю, выраженную в процентах.

Таблица 6.

Фитотоксичность, рассчитанная по соотношению морфометрических параметров проростков – длины ростков корешков кресс-салата

Точка отбора пробы	Расстояние от дороги	Фитотоксичность,%	Степень фитотоксичности
1	0,05	71,4	Высокая
2	0,75	65,1	Высокая
3	1,5	55,6	Средняя
4	3,0	36,5	Слабая
5	5,0	28,6	Слабая
6	2500 контроль	-	-

4.6. Определение оптимального расстояния посадки примагистральных насаждений на Проспекте Октября

Анализ полученных данных (Таблицы 1-6) показал, что учитывая деградационные процессы, происходящие в почве, оптимальное расстояние посадки примагистральных насаждений на Проспекте Октября составляет не менее 3-х метров от автодорожного полотна.

ВЫВОДЫ:

1. По сумме исследованных параметров было доказано неблагоприятное действие автомагистрали на прилегающие почвы примагистрального газона, что выражалось в деградационых изменениях почвы – уменьшение гумуса, повышенной кислотности и высокой фитотоксичности.
2. При исследовании содержания гумуса в пробах почвы было обнаружено, что его содержание уменьшается с приближением к автодорожному полотну и достигает критических значений 2,1%.
3. Исследование кислотности образцов почв примагистрального газона показало, что примагистральные почвы закислены – минимальное pH достигает 4,1 и обнаружено в пробе, взятой ближе всего от автодорожного полотна.
4. Видовой состав растительности характерен для кислых почв и уменьшается с приближением к автодорожному полотну.
5. Энергия прорастания семян кресс-салата показала высокую фитотоксичность проб почв, прилегающих к автомобильному полотну, средняя фитотоксичность наблюдается на расстоянии 1,5 метров и слабая от 3,0 до 5,0 метров.
6. Суммарное токсическое действие проявляется в изменении морфометрических параметров тест растения – кресс-салата: уменьшение биомассы проростков, уменьшение длинны проростков и корешков. Особенно чувствительны к токсическому загрязнению корешки проростков тест-растений.
7. Определено оптимальное расстояние посадки примагистральных насаждений на Проспекте Октября – не менее 3-х метров от автодорожного полотна.

Заключение:

Исследовав ряд параметров в пробах почв, мы обнаружили признаки сильной деградации почвенного покрова – сильное закисление, уменьшение гумуса до критических значений, обеднение видового состава растений. Примагистральную почву газона Проспекта Октября можно отнести к категории земель, находящихся в зоне экстремального техногенного воздействия. Данный факт необходимо учитывать при создании городских примагистральных насаждений. Недопустима посадка древесных примагистральных насаждений на расстоянии менее 3-х метров от автодорожного полотна.

Практическая значимость и рекомендации:

Так как, в настоящее время вопросы реконструкции и возобновления городских насаждений становятся все более актуальными, особенно примагистральных насаждений, которые защищают городскую среду от воздействия автомобильного транспорта, результаты нашей работы могут быть востребованы при определении оптимального расстояния для посадки деревьев вдоль автомобильных трасс. Перед посадкой древесных насаждений необходимо проводить оценку фитотоксичность почв путем биостирования, так как это экономичный экспресс-метод, который может дать объективную комплексную оценку антропогенной загрязненности почв.

Литература

1. Апарин, Б. Ф. Экологические функции почв мегаполиса / Б. Ф. Апарин, Е. Ю. Сухачёва // Мат. международного форума «Экология большого города». - СанктПетербург, Ленэкспо. -21-23 марта 2012. – С.7-10.
2. Журкова, Н. В. Средоформирующая роль зелёных насаждений в городской среде / Н. В. Журкова // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Всерос. конф. – Москва: Изд-во РУДН. – 2000. – С.86-88.
3. Городские насаждения: экологический аспект: монография/ И.Л. Бухарина, А.Н. Журавлева, О.Г. Болышова – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. – 206с.
4. Деградация и охрана почв// под ред. Добровольского Г.В. - Издательство: МГУ, 2002 г. - 658 стр.
5. Лыков, О. А. Проблема охраны городских почв и пути их решения / О. А. Лыков // - М.: Издательство МГУ, 2008. - С. 40.
6. Лепнёва, О. М. Экологические последствия влияния урбанизации на состояние почв Москвы. / О. М. Лепнёва, А. И. Обухов // В кн.: Экология и охрана природы Москвы и Московского региона. -М.: -1990. - С. 63-69.
7. Дубинина, С. С. Комплексные исследования экологического состояния почв урбанизированных территорий Красноярского края / С. С. Дубинина, Е. В. Напрасникова // В сб. «Экология и биология почв», Ростов-на-Дону. -2005. -С. 159-163.
8. Христофоров, Е.Н. Транспорт и окружающая среда: моногр. / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович. – Брянск: Брянская гос. сельскохоз. акад., 2012. – 181 с.
9. Добровольский, Г. В. Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса / Г. В. Добровольский // Сборник статей «Куда движется век глобализации» - Волгоград. -2014. -С.192-203.
10. Савич, В. И. Почвы мегаполисов и их создание / В. И. Савич [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2003. - № 3. - С. 3-28.
11. Зангелиди, В. В. Влияние антропогенного фактора на экологическое состояние почв и продуктов растениеводства в зоне техногенного загрязнения / В. В. Зангелиди, К. Х. Бясов // Вестник (МАНЭБ) – 2008. – Том 13. № 3 — С.106-110.
12. Ахметов, Л. А., Корнев Е. В., Ситшаев Т. З.. Автомобильный транспорт и охрана окружающей среды. – Ташкент: Мехнат,
13. Павлова Е.И. Экология транспорта / Е.И. Павлова. -М.: Транспорт, 2000, - 284 с.
14. Салихова, Е. В. Трансформация основных свойств урбанозёмов г. Калининграда / Е. В. Салихова, О. А. Савостина, О. Л. Виноградова // Вестник Калининградского государственного университета. 2003. -Вып. 1. -С. 98—102.
15. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. М.: Агроконсалт, 1999. 176 с.
16. Сальвати, Л. Изменение качества почв и экологическая уязвимость в условиях интенсивной урбанизации в пригородах / Л. Сальвати, С. Феррара, Ф. Раналли // Почвоведение. 2014. -№ 10. -С. 127.

17. Сатаров, Г. А. Оценка состояния почвенного покрова урбоэкосистемы / Е. В. Коровина, Г. А. Сатаров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2009. № 3 (17). -С. 157-161.
18. Седых, В. А. Почвенно-экологический мониторинг / В. А. Седых, В. И. Савич, П. Н. Балабко // М.: Изд-во ВНИИА. -2013. -584 с.
19. Ефремова, С. Ю. Экологический мониторинг загрязнения почв / С. Ю. Ефремова, Т. А. Шарков, О. В. Лукьянец // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. - 2011. - № 25. - С. 568-571.
20. Байбеков, Р. Ф. Методы исследований городских почв / Р. Ф. Байбеков [и др.] // -М.: Изд-во ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. -2007. -202 с. 40
21. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв/ Изд-во: Гаудеамус. – 2007. – 237 с.
22. Терехова В. А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение, 2011. № 2. — С. 190–198.
23. Маячкина Н.В., Чугунова М.В. Особенности Биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки//Вестник Нижегородского университета им.Н.И. Лобачевского. – 2009. - №1. – С.84-93.
24. Булгаков Н.Г. Контроль природной среды как совокупность методов биоиндикации, экологической диагностики и нормирования//Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзорная информация ВИНИТИ. 2003. - №4. – С.33-70.
25. ГОСТ РИСО 22030 – 2009 Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – Введ. 2010 – 1 – М.: Изд – во стандартов, 2009 – 20 с.
26. Практикум по почвоведению / под редакцией И. С. Кауричева. – М.: Колос, 1980 – 272 с.

Приложение 1.

Рис. 1.Отбор проб на исследуемом участке – примагистральном газоне Проспект Октября,2.

Приложение 2

Рис. 2. Молодые деревья липы, высаженные на примагистральном газоне. На снегу видна зона воздействия автомобильного транспорта на примагистральный газон.

Приложение 3

Рис. 3. Исследование фитотоксичности проб почвы с различных по удаленности зон примагистрального газона. Посев семян кресс-салата в образцы почвы исследуемого участка.

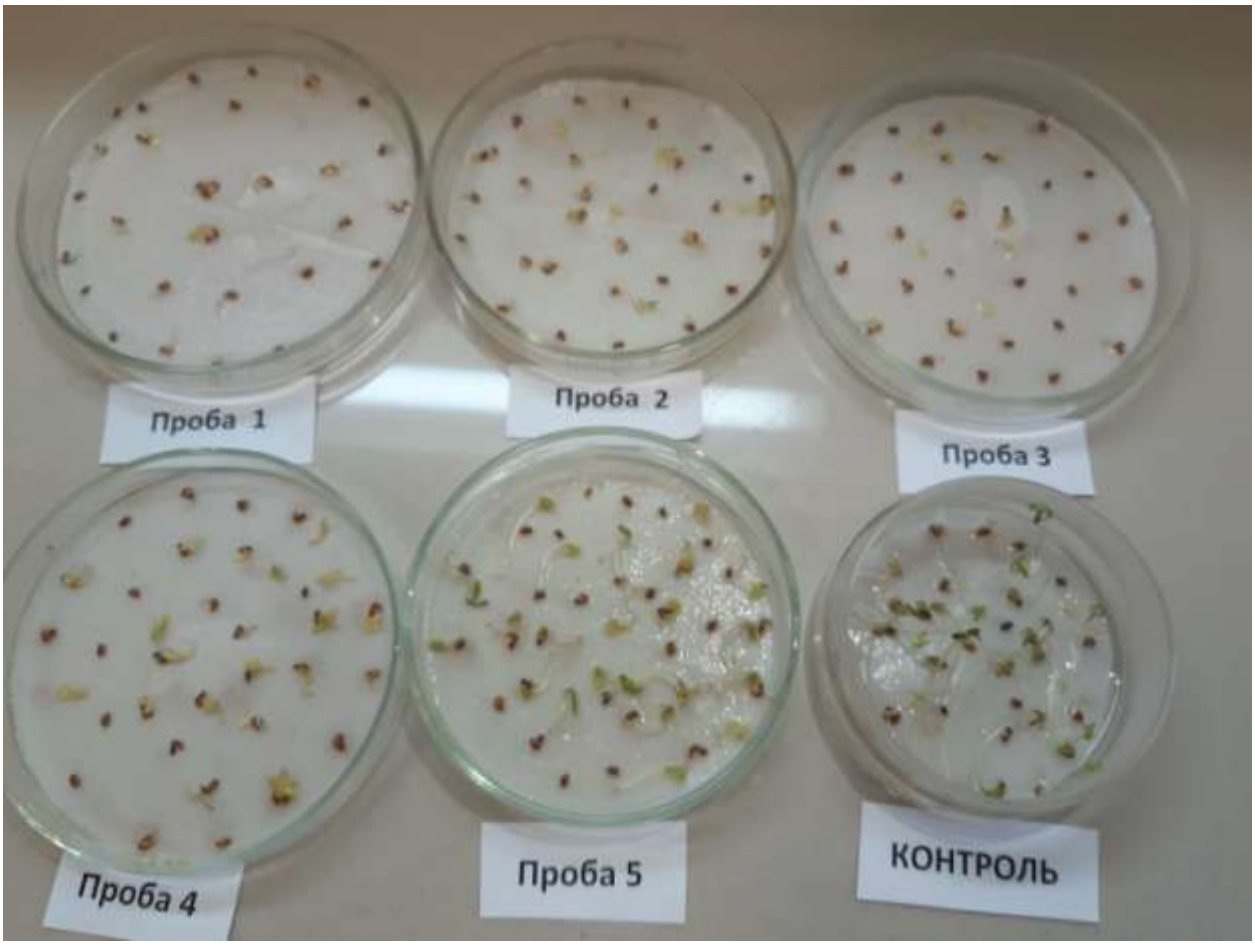

Рис. 4. Определение энергии прорастания семян тест-растения крсс-салата на почвенной вытяжке.

Приложение 4

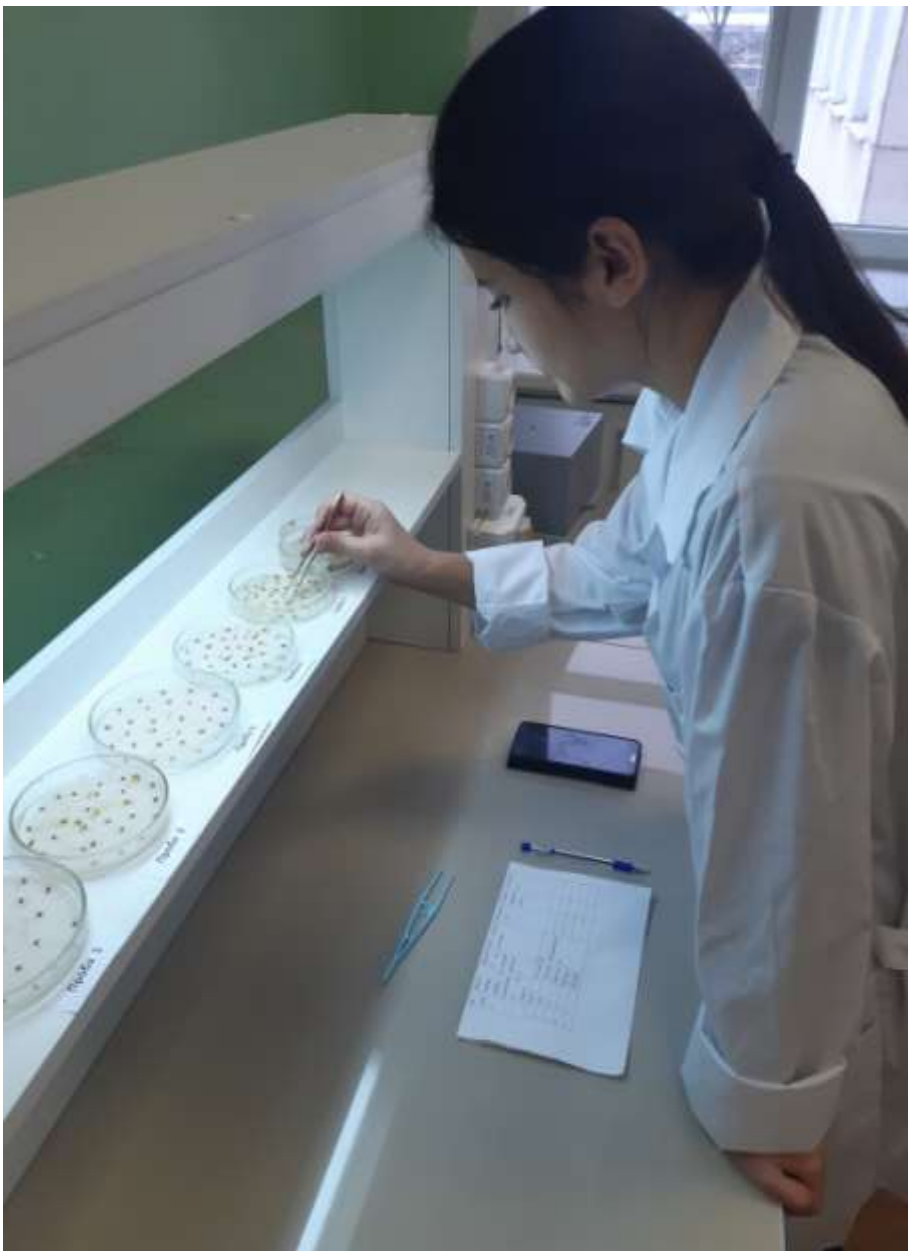

Рис. 5. Определение энергии прорастания семян тест-растения кресс-салата на почвенной вытяжке.

Приложение 5.

Рис.6. Определение биомассы тест растения кресс-салата.