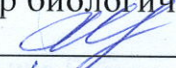


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Заведующий кафедрой
Доктор биологических наук, доцент
 А. В. Синдирева
4 июля 2022 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО
ПРЕПАРАТА ПУТИДОЙЛ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ
ГОРОДА ТЮМЕНИ

05.04.06 Экология и природопользование

Магистерская программа: Геоэкология нефтегазодобывающих регионов

Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения



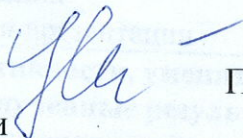
Малышева Анна Владиславовна

Руководитель
К.б.н., доцент



Артеменко Сергей Владимирович

Рецензент
Д.б.н., профессор
кафедры экологии и генетики
Института биологии ТюмГУ



Петухова Галина Александровна

Тюмень
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АВТОТРАНСПОРТА.....	7
1.1. ИСТОРИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	7
1.2. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ В МИРЕ.....	8
1.3. ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ ТЮМЕНИ.....	11
1.4. ТРЕБОВАНИЯ К АВТОТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ.....	12
ГЛАВА 2 ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	16
2.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....	16
2.2 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ АВТОТРАНСПОРТОМ.....	19
2.3 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АВТОТРАНСПОРТОМ ВОЗДУХА.....	23
2.4 МЕТОДЫ БОРЬБЫ С АВТОТРАНСПОРТНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ.....	26
2.5 ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ.....	27
ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	30
3.1. ПОДГОТОВКА ПОЧВ К ЛАБОРАТОРНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ.....	30
3.2. БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМЯН КРЕСС- САЛАТА (<i>LEPIDIUM SATIVUM</i>).....	30
3.3. БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ ИНФУОРИЯМИ (<i>PARAMECIUM CAUDATUM</i>).....	34
3.4. ОТБОР ПОЧВ.....	36
ГЛАВА 4 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВ.....	38
4.1. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ДО И ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ ПУТИДОЙЛ В ТЕСТАХ НА ИНФУЗОРИЯХ (<i>PARAMECIUM CAUDATUM</i>).....	38

4.2. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ДО И ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ ПУТИДОЙЛ В ТЕСТАХ НА ИНФУЗОРИЯХ (<i>PARAMECIUM CAUDATUM</i>).....	41
4.3. ИЗМЕНЕНИЕ СТРЕССОВОСТИ ПОЧВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ ПРИ ОЦЕНКЕ ПИГМЕНТОВФОТОСИНТЕЗА.....	45
4.4 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	56
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	57
ПРИЛОЖЕНИЯ 1-13.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Автомобиль является основным видом транспорта и ключевым элементом транспортной системы. В настоящее время в наиболее развитых странах 75 - 80 % всего объема пассажирских и грузовых перевозок выполняется автомобильным транспортом, однако он же является одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды. Отдельную экологическую проблему представляют отходы автотранспортного комплекса. Ежегодно в России масса отработанных масел составляет около 300 тыс. т. Общая масса твердых отходов достигает 3 млн т. в год, в том числе лом и отходы черных металлов - 1,4 млн т, отходы резины - 1,16 млн т, свинцовые аккумуляторы - около 200 тыс. т [Береза, с.3].

Загрязнением почв считается привнесение в нее новых (обычно не характерных) химических, физических, биологических, агентов. В масштабах Российской Федерации доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу всеми техногенными источниками достигает 43%. Доля автотранспорта в шумовом воздействии на население городов составляет 85 - 95 %. Отдельную экологическую проблему представляют отходы автотранспортного комплекса. Частицы свинца и серы, выделяемые транспортными средствами, накапливаются в больших количествах в верхних слоях почвы. Отсюда они попадают в растения. Поэтому вблизи дорог нельзя заготавливать сено, собирать грибы и ягоды, пасти скот. А также из-за несвоевременного проведения рекультивации нарушенных земель снимается плодородный слой почвы [Донченко, с.13].

Второй значительной проблемой, связанной с АТП, является обеспечение правильного обращения с отходами эксплуатации и обслуживания и обеспечения безопасного их обезвреживания и утилизации. Загрязнение оказывает влияние на состав и структуру популяций живых организмов. Например, в Москве, из-за загрязнения, только в 2016 году погибло около 350 тысяч деревьев, из которых 6,5 тысячи росли вдоль основных улиц и автомагистралей. Отмечаются признаки сушки 78% деревьев, растущих в

скважинах на больших автомагистралях и 25% на газонах [Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология / М.: Химия, 1997. 240 с.].

Природоохранные мероприятия по защите почв и земельных ресурсов на автотранспортных предприятиях сводятся к: экологическим требованиям и ограничениям при использовании транспорта; защита почв от развития деградационных процессов; и ликвидации отходов, мусора и бытовых отходов, образующихся ресурсов, а защите сбора в процессе рекультивации; контроля загрязнения. В настоящее время ликвидация последствий нефтеразливов производится с применением специальных средств: нефтесборочное оборудование, сорбирующие материалы, биопрепараты [Колесников С.И., Казеев К.Ш., Татосян М.Л. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема обыкновенного // Почвоведение. 2006. № 5. С. 616-620].

Целью исследования является определение влияния бактериального препарата Путидойл на почву автотранспортных предприятий г. Тюмени.

Защищаемое положение: необходимо внедрить фоновые мероприятия по снижению токсичности технозёма (СЗЗ), загрязняемого напрямую и косвенно деятельностью автотранспортных предприятий биологическим методом очистки.

Объект исследования: почва автотранспортных предприятий.

Предмет исследования: токсичность почвы с территории АТП при внесении бактериального препарата Путидойл.

Актуальность темы обусловлена влиянием транспорта на почву и необходимостью возврата земель в хозяйственный оборот после проведения рекультивации. Особенно в связи со сложившейся мировой ситуацией, когда замена автопарка предприятий будет проблематична.

Задачи:

- Оценить токсичность почв по показателям инфузорий (*Paramecium caudatum*, *Enjrenberg, 1838*): выживаемость и хемотаксис;
- Выявить фитотоксичность почв с территории АТП по всхожести семян кресс-салата (*Lepidium sativum*, *L., 1753*), а также морфологическим параметрам и концентрации пигментов фотосинтеза;
- Охарактеризовать изменение токсичности почв после обработки препаратом «Путидойл».

ГЛАВА 1. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АВТОТРАНСПОРТА

1.1. ИСТОРИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Автотранспортное предприятие (АТП) - организация, осуществляющая перевозки автомобильным транспортом, а также хранение, техническое обслуживание (ТО). Первое автотранспортное предприятие в России возникло в 1901 году и состояло из пяти автомобилей. Но в связи с возрастающей потребностью в грузоперевозках к 20-м XX века в стране насчитывалось более семнадцати тысяч грузовиков; к началу Великой Отечественной Войны — уже около двухсот тысяч. Тем не менее, автомобили выполняли в основном функцию подвоза и вывоза грузов с ж/д станций, а основной грузооборот приходился на железнодорожный транспорт [Королев, с.2].

Новый этап в развитии автотранспортных предприятий начался в шестидесятых-семидесятых годах, в связи с возникновением новых предприятий и бурного строительства. На автомобильный транспорт приходилось около 80% всех грузовых и около 40% пассажирских перевозок. В 1963 году в СССР создано Главное управление международных автомобильных сообщений «Совтрансавто» Минавтотранса РСФСР [Королев, с.3].

С распадом СССР объём автомобильных перевозок в России существенно снизился, однако в последние годы отрасль начала возрождаться: её рост в период с 2000 года по 2009 год составила около 3% в год, объём международных автомобильных грузоперевозок вырос почти в 12 раз. По своему назначению АТП делятся на грузовые, пассажирские (легковые и автобусные), смешанные и специальные (скорой медицинской помощи, пожарные, коммунального обслуживания и т. п.) [Нигматулин, Чуев, Абрамов, с. 114].

В настоящее время, подавляющее большинство грузовых АТП находится в частной собственности, а значительную часть автопарка составляет малотоннажный грузовой транспорт, доля перевозок которым составляет около 25% всего автомобильного грузооборота. В пассажирских перевозках основная

часть принадлежит государству. В России на 2020 год насчитывается около 400 зарегистрированных АТП различных специализаций, в Тюмени - 16 [Трубилина, Гайдук, с.7].

1.2. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ В МИРЕ

Доля автомобилестроения в ВВП индустриально-развитых стран различна: от 5% у США и Франции, и до 10% у Японии и Германии. В России указанный показатель не был выше 2,5%, при этом отечественное автомобильное производство отстает даже от не больших автомобильных производителей зарубежных стран, таких как Испания, Италия, Великобритания и др. (Таблица 1,2) Доминируют в мировом автомобилестроении пока американский автопром (уже порядка 100 лет), представленный Большой тройкой (Chrysler Group LLC, General Motors, Ford Motor Company), а с 1980-х гг. автопром Японии, лидерами которого являются Toyota, Nissan, Honda и др. Производства японских автомобилей в мире в 2015 году достигло 9,77 млн. шт [Сердюкова, Барабанщиков, с. 30].

В перспективе - умеренный прирост мирового производства автомобилей будет осуществляться именно за счет развивающихся рынков. Предпосылками этому будут служить эффективная инвестиционная политика стран, их географическое месторасположение, относительно дешевая рабочая сила и достаточно ёмкий внутренний рынок. Мировые продажи легковых автомобилей в 2016 году составили 89,8 миллиона авто, что выше уровня 2015 года на 2,5% (самый низкий рост в 2014-2015 гг. – 1,5%) [Трубилин, Мельников, Фалина. с. 28].

Страны лидеры по продажам новых легковых автомобилей в 1 полугодии 2020 года

Место	Страна	2020 год I полугодие млн. штук	Разница 20/21 год, %
1	Китай	7,409	-23
2	США	6,429	-25
3	Япония	1,826	-20
4	Германия	1,211	-35
5	Индия	0,922	-31
6	Бразилия	0,765	-39
7	Южная Корея	0,761	-29
8	Франция	0,716	-39
9	Великобритания	0,654	-49
10	Россия	0,636	-23
11	Канада	0,634	-35
12	Италия	0,584	-46

Причиной массового производства потребительских товаров около века назад стала именно автомобильная промышленность. Автомобилестроение впервые появилось в Германии и Франции, но оно стало активно развиваться в США благодаря такому нововведению Генри Форда, как конвейер. Причем достаточно долго автомобилестроение лидировало по сравнению с другими отраслями по степени организации процесса производства. Впоследствии его назвали «промышленностью промышленностей» [Трубилин, Мельников, Фалина. с. 34].

Самые продаваемые марки новых автомобилей в мире в 1 полугодии 2020 года

Место	Бренд	2020 год I полугодие млн. штук	+– % С прошлым год
1	Toyota Group	4,02	-23
2	Volkswagen Group	3,69	-27
3	Renault / Nissan	3,36	-32
4	Hyundai-Kia	2,78	-20
5	General Motors	2,77	-26
6	Honda Motor	1,91	-9
7	Ford Group	1,80	-29
8	FCA / PSA	1,51	-9
9	BMW Group	1,01	-21

Автомобильная промышленность определяет высокую долю занятости трудоспособного населения в тех странах, где производятся, обслуживаются, реализуются автомобили. При этом, страны, производящие автомобили, обеспечивают страны, с которыми у них заключены двусторонние соглашения о сотрудничестве, дополнительными рабочими местами. В особенности, эта доля занятости трудоспособного населения растет за счет привлечения людей в смежные, обеспечивающие автомобильную промышленность, отрасли [Трубилин, Мельников, Фалина. с. 36].

Так, в США в отрасли автомобилестроения, а также в смежных ему отраслях, заняты около 12,5 млн. человек, то есть каждый шестой занят в этой промышленности. В России, несмотря на некоторый спад, в данной отрасли из 70 млн. трудоспособного населения занято около 1,7 млн. человек, при этом налоговые поступления от деятельности предприятий авто-мобилестроения в бюджет составляют 2,5-3% от общего объема. [Трубилин, Мельников, Фалина. с. 37].

1.4. ТРЕБОВАНИЯ К АВТОТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ

По статье 1 Федерального закона от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 07.04.2020) «Об отходах производства и потребления» вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, , предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Для снижения вредного воздействия АТП на окружающую среду при его проектировании, строительстве и эксплуатации должны выполняться природоохранные мероприятия. Поддержание подвижного состава АТП в исправном состоянии - один из важнейших факторов повышения экономичности и экологичности автомобилей в эксплуатации. Однако не все предприятия должным образом оснащены и применяют прогрессивную организацию технологических процессов ТО и ремонта с использованием средств диагностирования, позволяющую объективно оценить техническое состояние автомобилей, определить объемы необходимых технических воздействий и оперативно управлять производственными процессами, соблюдая нормативы и требования действующей системы ТО и ремонта. В результате эксплуатационные свойства и работоспособность автомобилей на этих АТП восстанавливаются не полностью, что приводит к существенному увеличению выбросов вредных веществ. Кроме того, каждый год число отработанных автошин увеличивается на 50 тысяч штук (500 тонн), образуется более 50 тонн отработанных масел. Отработанные горюче-смазочные материалы можно было бы сдавать в городские котельные, работающие на жидком топливе, но сжигание их возможно только после перегонки через сепаратор, которые имеются лишь на нескольких предприятиях. Инспекционные проверки предприятий региона показывают, что утилизация отработанных горюче-смазочных веществ решается, в основном, одним способом – масла сливают на землю [Луканин В.Н, с. 250].

Существующий в России рынок автомобилей позволяет АТП и владельцам транспортных средств при комплектовании парка приобретать и использовать отечественные или иностранные модели легковых, грузовых автомобилей и автобусов с улучшенными экологическими характеристиками и, тем самым, существенно снижать загрязнение окружающей среды в процессе эксплуатации [Луканин В.Н, с. 252].

Уменьшение выброса вредных веществ в атмосферу достигается и за счет экономии топлива. Чем меньше топлива сжигается, тем меньше будет отработавших газов, а соответственно и токсичных компонентов. Санитарными нормами установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, производственных помещений [Луканин В.Н, с. 254].

Чтобы обеспечить данные требования, зоны ТО и ремонта обеспечивают, приточено - вытяжной вентиляцией, сокращают работу двигателей автомобилей в помещении, применяют отсосы ОГ, используют конвейеры для перемещения автомобилей на поточных линиях [Луканин В.Н, с. 255].

В соответствии с рекомендациями Министерства транспорта РФ вокруг предприятия должна быть санитарно-защитная зона шириной не менее 50 метров. Эту зону озеленяют и благоустраивают [Луканин В.Н, с. 256].

На крупных и средних АТП контроль токсичности следует осуществлять на специальных контрольно-регулирующих пунктах (КРП). Их оборудуют газоанализаторами, дымомерами, тахометрами, набором регулировочного инструмента. Ежедневно при возвращении с линии часть автомобилей проходит через КРП, где определяются и регистрируются выбросы СО и дымность. На следующий день проверяется другая группа автомобилей и т.д. В результате каждый автомобиль один раз в три недели проходит проверку и весь парк находится под постоянным контролем. А также участок должен быть оснащен тяговым стендом, мотор-тестером, газоанализатором и дымомером,

компрессометрами, пневмотестером и приборами для проверки топливных насосов, форсунок, свечей зажигания, бесконтактных систем зажигания и топливных систем впрыска бензина [Луканин В.Н, с. 259].

На АТП образуется также значительное количество промышленных отходов. Большая часть из них представляет собой вторичное сырье, которое целесообразно перерабатывать. Поэтому отслужившие аккумуляторы и шины, отработанные масла, пластические смазки, технические жидкости и другие отходы необходимо собирать и хранить в металлической таре на специально оборудованной для этого площадке, не допуская тем самым загрязнения ими ливневых вод и почвы. Объемы отходов не должны превышать значений, оговоренных в разрешении на их хранение, выданном АТП органами санитарно-эпидемиологического надзора. Их следует периодически вывозить в места утилизации или сдавать специализированным организациям, занимающимся сбором и переработкой вторичного сырья [Луканин В.Н, с. 261].

Обязательным условием для деятельности АТП является внедрение передовых ресурсосберегающих, безотходных и малоотходных технологических решений, позволяющих максимально сократить или избежать поступлений вредных химических или биологических компонентов выбросов в атмосферный воздух, почву и водоемы, предотвратить или снизить воздействие физических факторов до гигиенических нормативов [СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03]. На официальном сайте Законодательной базы РФ регламентируются нормы по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу (Федеральный закон 96 ФЗОБ охране атмосферного воздуха). А также есть различные государственные нормы, регулирующие уровень загрязнения атмосферы: ГН 2.2.5.1314-03 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

ГН 2.1.6.1339-03 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Технический регламент говорит о требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ. СП 2.1.5.1059-01 Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. Однако нормы по рекультивации почв найдены не были.

ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Согласно общепринятому определению, загрязнением считается привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых (обычно не характерных для нее) вредных химических, физических, биологических, информационных агентов. Автомобильные дороги отнесены к объектам экологической опасности. В зависимости от уровня экологической опасности они разделены на три класса. Первый класс - крупные объекты, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду: федеральные и областные магистральные и скоростные дороги I и II категорий с числом полос движения не менее четырех и искусственные сооружения на них. Второй класс - объекты, оказывающие существенное воздействие на окружающую среду: дороги II и III категорий с расчетной (перспективной) интенсивностью движения более 2000 ед. в сутки и сооружения на них. Третий класс - объекты, оказывающие незначительное, локальное воздействие на окружающую среду: автомобильные дороги с расчетной интенсивностью движения менее 2000 ед. в сутки и транспортные сооружения на них [Прохорова, с. 189].

Одной из наиболее популярных классификаций загрязнений, берущих за основу системный подход, является классификация Г.В. Стадницкого и А.И. Родионова. Загрязнением считается нежелательные для экосистем изменения, вызванные влиянием антропогенного фактора. Данная классификация разделяет загрязнение окружающей среды на 4 типа:

- ингредиентное загрязнение;
- параметрическое загрязнение;
- биоценотическое загрязнение;
- стационально-деструкционное загрязнение.

Ингредиентное загрязнение представляет собой совокупность веществ, количественно или качественно чуждых естественным биогеоценозам. К этому виду загрязнений относятся различные бытовые стоки, вызванные непосредственной близостью человеческого жилья, ядохимикаты и удобрения, используемые в сельском хозяйстве, продукты сгорания при утилизации различных отходов жизнедеятельности человека и т.д.) [Прохорова, с. 190].

К параметрическим загрязнениям относится всё то, что непосредственно влияет на качественные параметры окружающей среды. К таким параметрам относятся шум, тепло, свет, радиационное или электромагнитное излучение [Прохорова, с. 191].

В дополнение к шуму серьезной экологической проблемой является вибрация, вызванная движением тяжелых грузовиков. Известно, что он отрицательно влияет на целостность инженерных сооружений (мосты, туннели, плотины), может провоцировать такие явления природы, как оползни, лавины, стремления к быстрому ухудшению здания и сооружения, памятники истории. В Пензенской обл. за последние 10 лет наблюдается тенденция роста соединений свинца в выбросах автотранспорта (от 2 до 3 т/год). Этот высокоактивный, находящийся в состоянии рассеяния свинец «обогащает» почву вдоль дорог. Из почвы и частично из воздуха он попадает далее в растения [Прохорова, с. 192].

Разнообразие источников искусственного света, свет которого рассеивается в нижних слоях атмосферы и которые изобилуют большими и не очень крупными городами, освещает ночное небо, что, по сути, является загрязнением окружающей среды [Прохорова, с. 193].

Биоценотическое загрязнение подразумевает какие-либо воздействия, оказывающие влияние на состав и структуру популяций животных (перепромысел, направленная интродукция и акклиматизация видов и т.д.) [Булгаков, с. 34].

Всего в составе выхлопных газах обнаружено более 200 химических веществ. Выбросы вредных веществ от автомобильного транспорта включает

в себя: оксид углерода (CO), летучие органические вещества, оксиды азота, углекислый газ (CO₂), взвешенные вещества. При стирании тормозных колодок в воздух попадают медь, ванадий, молибден, никель, хром. При износе покрышек - кадмий, свинец, цинк. Согласно имеющимся оценкам на 10-15% неисправных автомобилей приходится до 40% всех загрязнений окружающей среды от автомобильного транспорта. Поэтому правильно выбранные и соблюдаемые периодичности и перечни операций технического обслуживания являются одним из основных механизмов влияния ИТС АТП на уровень работоспособности автомобилей, а также на расход топлива, загрязнение окружающей среды и ресурсы автомобилей и агрегатов. [Булгаков, с. 35].

Количество выбросов при движении и обслуживании автомобилей распределяется следующим образом: движение автомобилей – 66,57–68,91%; техосмотр (ТО) и ремонт автомобилей – 17,87–20,4%; производство топлива – 11,02 – 11,41%; производство материалов для ТО и ремонта – 1,8–2,06%. Из таблицы 1 видно, что легковые автомобили и микроавтобусы выделяют в атмосферу в наибольшей концентрации атомарный кислород. А грузовые автомобили - диоксид азота. Наименьшее выделение сажи наблюдается у легковых автомобилей, а наибольшее - у грузовых автомобилей весом свыше 12 тонн (Таблица 3) [Комиссаров, Казарян, Тарасовский, с.38].

Таблица 3

Удельные выбросы загрязняющих веществ для различных групп автомобилей

Наименование группы автомобилей	Выброс, г/км						
	O	NO ₂	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бенз(а)-пирен
Легковые	3,5	0,9	0,8	$0,7 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-6}$
Автофургоны и микроавтобусы, до 3,5 т	8,4	2,1	2,4	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$
Грузовые, от 3,5 до 12 т	6,8	6,9	5,2	0,4	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$
Грузовые, свыше 12 т	7,3	8,5	6,5	0,5	$7,3 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
Автобусы, свыше 3,5 т	5,2	6,1	4,5	0,3	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$

2.2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ АВТОТРАНСПОРТОМ

Почвы, депонируя значительную часть атмосферных загрязнений, служат индикаторами техногенной нагрузки на окружающую среду. Основными экологическими функциями почв являются способность адсорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, продуктивность и пригодность для произрастания различных растений. Выполняя важные средообразующие функции, почва изменяет химический состав подземных вод и атмосферных осадков, регулирует содержание в воздухе O_2 , CO_2 , CH_4 и N_2 [Комиссаров, Казарян, Тарасовский, с.39].

Загрязнение почвы в городе приводит к гибели природных комплексов и к экологическим проблемам города. Например, в Москве, из-за загрязнения, только в 2016 году было уничтожено около 350 тысяч деревьев, из которых 6,5 тысячи выросли вдоль основных улиц и автомагистралей. Отмечаются признаки сушки 78% деревьев, растущих в скважинах на больших автомагистралях и 25% на газонах. Наибольшее загрязнение почв в России наблюдается в городах и вдоль автомагистралей, а также на территориях промышленных предприятий [Фомин, с. 66].

По эффекту воздействия на городские почвы техногенные вещества могут быть объединены в две группы: педохимически активные вещества и биохимически активные вещества. Педохимически активные вещества, преобладающие в выбросах по массе изменяют кислотно-основные и окислительно-восстановительные условия в почвах. Это в основном нетоксичные или слаботоксичные элементы с высокими кларками – железо, кальций, магний, щелочные металлы и минеральные кислоты (H_2SO_4 , HNO_3 и др.). При достижении определенного предела подкисление или подщелачивание сказываются на видовом составе почвенной флоры и фауны. Биохимически активные вещества, как правило, в больших концентрациях являются высокотоксичными для живых организмов (Hg , Cd , Pb , Ni , Cr , Cu и др.) [Фомин, с. 68].

Загрязняющие вещества автотранспорта, возникающие на дорогах, распространяются через обочины дорог, тротуары, имеющиеся пространства между зелеными насаждениями и домами, расположенными вдоль улицы внутрь кварталов и дворов жилого района. Здесь существует сложный механизм формирования биоклиматических и экологических состояний через взаимодействие автотранспортных средств с дорогой и ее инфраструктурами (светофоры, обочины и прочее). Одним из основных источников загрязнения воздушной среды г. Тюмени является автомобильный транспорт. В городе насчитывается около 280 тыс. ед. автотранспорта, которые в час пик на дорогах образуют автомобильные пробки. «Холостой ход» движения и малые скорости являются наиболее неблагоприятным режимом работы. В атмосферу в этот момент выбрасываются загрязняющие вещества в количествах, значительно превышающих выброс на нагрузочных режимах. В таблице 4 указаны показатели концентрации отработавших газы двигателей [Фомин, с. 70].

Таблица 4

Концентрации газов при работе двигателей

Компоненты отработанных газов	Бензиновый двигатель (%)	Дизель (%)
Азот	74-77	74-78
Кислород	0,3-8	2-18
Водяной пар	2-5,5	0,5-9
Оксиды углерода	0,5-12	0,005-0,4
Оксиды азота	0,01-0,8	0,004-0,6
Углеводороды	0,2-3	0,01-0,3
Альдегиды	0-0,2	0,001-0,009
Диоксид серы	-	0,002-0,02
Сажа (г/м ³)	0-0,04	0,01-1,1

По данным сайта Автостат, в 2020 году, в России среднее число автомобилей на 1000 жителей составило 309, в то время как в Тюменской области эта цифра составила 352 машины на тысячу жителей. Это статистика только легковых автомобилей. Самая низкая обеспеченность автомобилями

зафиксирована на Северном Кавказе – 228 штук на 1000 человек. Причем в ряде республик (Дагестан, Ингушетия, Чечня) она даже не дотягивает и до 200 единиц [электронный ресурс].

Загрязнение поверхности земли транспортными и дорожными выбросами накапливается постепенно, в зависимости от числа проходов транспортных средств, и сохраняется очень долго даже после ликвидации дороги. Не исключено, что при ликвидации построенных дорог загрязненную не окислившимися металлами почву придется убирать с поверхности. Почвы, располагающиеся вблизи автодорог, претерпевают изменения своих физико-химических свойств, и накопление поллютантов, что во многом определяет нарушение их биогеоценотических функций. Также известно, что воздействие автотранспорта сопровождается поступлением и аккумуляцией в почвенном покрове придорожных территорий двух групп токсикантов: тяжелых металлов и полициклических ароматических углеводородов, которые обладают мутагенными свойствами (в том числе и для человека) [Стадницкий, Родионов, с. 100].

Насыпи шоссейных и железных дорог постепенно трансформируют природные комплексы, расположенные вблизи них. Так, на многие тысячи километров вдоль дорог располагаются заболоченные участки шириной от нескольких метров до десятков и даже сотен метров. Придорожные заболоченные полосы обусловлены поверхностными и грунтовыми водами. Высокие дорожные насыпи могут воздействовать и на микроклиматические условия. Пересекая полузамкнутые котловины, они задерживают в них холодные воздушные массы. В результате в котловинах температуры приземных слоев воздуха становятся ниже, чаще возникают заморозки [Стадницкий, Родионов, с. 101].

Загрязнение поверхности земли транспортными и дорожными выбросами накапливается постепенно, в зависимости от числа проходов транспортных средств, и сохраняется очень долго даже после ликвидации дороги. Не

исключено, что при ликвидации построенных дорог загрязненную неокислившимися металлами почву придется убирать с поверхности [Стадницкий, Родионов, с. 103].

Частицы свинца и серы, выделяемые транспортными средствами, накапливаются в больших количествах в верхних слоях почвы. Отсюда они попадают в растения. Поэтому вблизи дорог нельзя заготавливать сено, собирать грибы и ягоды, пасти скот. Особенно опасна в геохимическом отношении придорожная полоса шириной до 200 м вдоль наиболее напряжённых магистралей. В ряде стран Европы и в нашей стране неоднократно отмечались случаи отравления детей молоком, которое было получено от коров, выпасаемых вблизи дорог. Кроме того, воздух вблизи автодорог и, следовательно, почва и растения загрязнены пылью, состоящей из частиц асфальта, резины и металла. Действующие нормативные документы требуют пока сбора и очистки стоков только в городах и водоохраных зонах. Учет транспортного загрязнения почвы и водоемов на территории, прилегающей к дороге, необходим при проектировании дорог [Стадницкий, Родионов, с. 105].

Продуктивность почв прежде всего зависит от состава почвенного раствора (его кислотности, содержания тяжелых металлов, пестицидов, синтетических моющих средств, нефтепродуктов и элементов питания) и может быть оценена величиной фитотоксичности. Фитотоксичность – свойство загрязненной почвы подавлять прорастание семян, рост и развитие проростков.

Качественная оценка городских почв

Показатель	Степень деградации				
	Не деградирована	Слабо деградирована	Средне деградирована	Сильно деградирована	Очень сильно деградирована
Снижение продуктивности, %	Менее 5	25	25 – 50	50 – 75	75 и более
Величина pH	6,5 – 7,0	5,5 – 6,5	5,5 – 4,5	4,5 – 4,0	Более 4
Кратность уменьшения всхожести	1,1	1,1 – 1,3	1,3 – 1,6	1,6 – 2,0	Менее 2

Начало проявления фитотоксичности коррелируется с ПДК и ОДК. Уменьшение числа проростков в загрязненной почве по сравнению с контролем более чем в 2 раза свидетельствует о значительной деградации почв и снижении ее продуктивности, потере способности почвы к само-очищению, а также об изменении состава, численности и структуры микрофлоры и мезофауны (Таблица 5) [Стадницкий, Родионов, с. 109].

2.3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Воздушная среда является необходимым условием жизни на Земле. Она играет важную роль в дыхании человека, животных и растений. Роль воздуха состоит в снабжении живых организмов кислородом, удалении продуктов обмена веществ, обеспечении процесса теплообмена. Резкие изменения физических свойств и химического состава неблагоприятно отражаются на важнейших функциях организма и приводят к различным заболеваниям. К основным факторам воздушной среды, влияющим на жизнедеятельность человека, его самочувствие и работоспособность, относятся: физические – солнечная радиация, температура, влажность, скорость движения воздуха, барометрическое давление, радиоактивность и т.д.; химические – содержание кислорода, азота, диоксида углерода и других составных частей и примесей воздуха, а также микроорганизмы. Атмосферный воздух по химическому составу представляет собой смесь газов с различным удельным содержанием веществ (таблица 6) [Прохорова, 2005, с. 188].

Химический состав воздуха

Газ	Содержание, об. %	Газ	Содержание, об. %
Азот	78,09	Метан	0,00022
Кислород	20,95	Криптон	0,0001
Аргон	0,93	Оксид азота (II)	0,0001
Диоксид углерода	0,03	Водород	0,00005
Неон	0,0018	Ксенон	0,000008
Гелий	0,00052	Озон	0,000001

Контроль качества воздушной среды в городе Тюмени осуществляется тремя независимыми организациями: 1) стационарными постами наблюдений Тюменского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; 2) ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области»; 3) передвижной лабораторией МУ «ЛесПаркХоз». Основным источником экспериментальной информации для определения фоновых концентраций загрязняющих веществ в городе Тюмени являются данные стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Прохорова, 2005, с. 189].

Концентрация промышленного потенциала и автотранспорта неминуемо приводит к загрязнению городской среды и ухудшению условий жизнедеятельности и безопасности здоровья горожан. Достаточно сказать, что в Москве на каждого жителя приходится по 46 кг вредных веществ в год, а в Казани в 2012 г. этот показатель составил в 2012г. 52,1 кг/год. К числу приоритетных загрязнителей атмосферы, поступающих в городскую атмосферу с отработавшими газами автомобилей, относятся свинец (80% выбросов), оксид углерода (59%), оксиды азота (32%), бензапирен, летучие углеводороды [Прохорова, 2005, с. 190].

Состав выхлопных газов автотранспорта зависит от типа двигателя, режима работы, технического состояния и качества топлива. В настоящее время изучено более 200 компонентов, входящих в состав отработанных газов

автотранспорта. По объему наибольший удельный вес имеют оксид углерода (0,5-10%), оксиды азота (до 0,8%), несгоревшие углеводороды (0,2-3,0%), альдегиды (до 0,2%) и сажа. Токсичность отработавших газов карбюраторных двигателей обуславливается главным образом содержанием окиси углерода и оксидов азота, а дизельных двигателей - оксидов азота и сажи (Таблица 4). В среднем, автомобиль потребляет в год 2 т бензина и выбрасывает в воздух 20-25 тыс.м³ продуктов сгорания, в которых содержится 700 кг СО, 40 кг NO, 230 кг углеводородов и 2-5 кг твердых частиц (таблица 7) [Стадницкий, Родионов, с.146].

Таблица 7

Доля выбросов автотранспорта в выбросах вредных веществ в крупных городах мира

Город	Доля выбросов автотранспорта (%) от общего количества выбрасываемых веществ		
	Углерода оксид	Углеводороды	Азота оксиды
Санкт-Петербург	88	79	32
Лос-Анджелес	98	66	72
Мадрид	95	90	35
Нью-Йорк	97	63	31
Стокгольм	99	93	53
Токио	99	95	33
Торонто	98	69	19

Анализ состояния атмосферного воздуха по официальным информационным источникам в городе Тюмени свидетельствует, что наиболее негативное влияние на качество атмосферного воздуха оказывает автотранспорт (Рисунок 1). При этом плотность сети линий магистрального транспорта в настоящее время – 0,6 км/км², на перспективу предусматривается 1,4 км/км² [Стадницкий, Родионов, с.148].

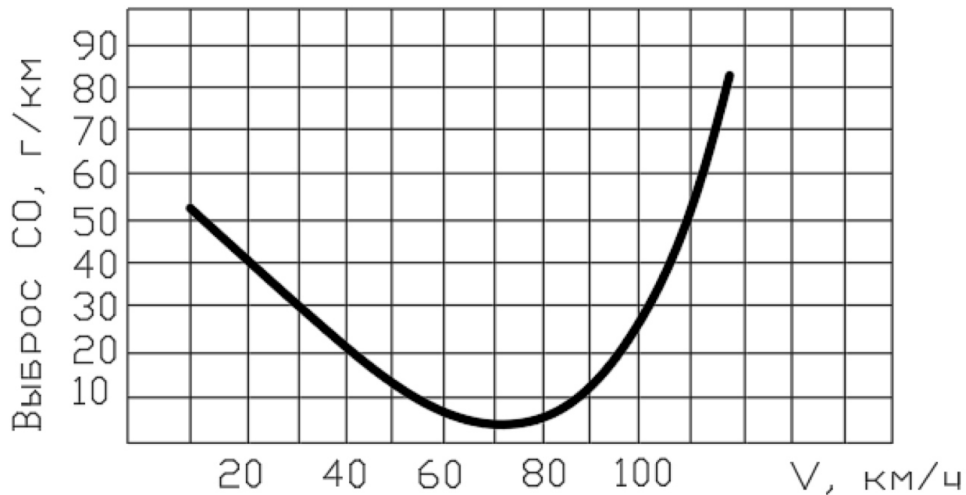


Рис. 2. Зависимость выброса окиси углерода в атмосферу от скорости движения легкового автомобиля

2.4. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С АВТОМОБИЛЬНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ

Экологическая ситуация с годами будет ухудшаться, если интенсивность использования автомобилей на топливе, в составе которого имеются нефтепродукты, не уменьшится. Существует способы по уменьшению концентрации вредных автомобильных выбросов. Наиболее перспективным является замена бензинового топлива газовым, что существенно улучшит качество атмосферного воздуха [Стадницкий, Родионов, с. 150].

Наиболее распространенным и вполне логичным способом защиты является создание вдоль дорог полосы зеленых насаждений. Плотная зеленая стена лиственных деревьев с подростом и кустарником в нижнем ярусе изолирует транспортный коридор, дает дополнительную площадь озеленения, особенно полезную в городских и промышленных зонах. Однородная древесная посадка оказывает малое газозащитное действие. При такой посадке снижение концентрации ОГ составляет 7-10 %. Хорошие результаты дает древесно-кустарниковая посадка (до 25 %). Зимой защитная функция древесной посадки снижается в 3 - 4 раза. При создании защитного экрана из зеленых насаждений должны выбираться породы деревьев и кустарников, наиболее устойчивые к воздействию токсичных компонентов ОГ автомобилей. К ним можно отнести

клен, лиственницу, рябину, тополь и др. Менее всего пригодны для этих целей хвойные деревья. Больше внимания должно уделяться посадкам тополя, являющегося одним из важных поглотителей канцерогенных веществ, особенно бензапирена [Бакина, Бардина, Маячкина, с. 167].

Далее предложены варианты защиты атмосферного воздуха от автомобильных выбросов при помощи создания барьерных фильтров, представляющих собой системы скверов и парков, для городов с различным ландшафтом [Куделин, Тимошенко, Толстихина, с. 75].

Для городов с горным или котловинным месторасположением создаются системы парков в нижних точках котловин и скверов на закрытых и открытых автомобильных стоянках, в которых наблюдается наибольшая концентрация токсичных выбросов [Куделин, Тимошенко, Толстихина, с. 75].

Для городов с равнинным месторасположением применяется особый способ размещения зелены зон. Скверы размещаются по розе ветров за автомобильными стоянками. Парки, имеющие форму вытянутых прямоугольников, располагаются по розе ветров на противоположных сторонах города, так чтобы воздушные массы, поступающие в город и выходящие из него, проходили через фильтрующую лесополосу. Также усиливаются лесопосадки газонов улиц проходящих поперек города, особенно с подветренной стороны [Куделин, Тимошенко, Толстихина, с. 76].

2.5. ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Из литературных источников известно, что древесные растения могут усваивать и вовлекать в метаболизм различные газообразные загрязнители, при этом в листьях наблюдается снижение уровня содержания пигментов. Под действием вредных веществ, загрязняющих почву и воздух, в листьях растений изменяется содержание некоторых веществ, в частности рибофлавина. Данные по количественному содержанию рибофлавина могут быть использованы при мониторинге окружающей среды для полного понимания физиолого-

экологического состояния растительных организмов, особенно при действии экологических стрессов. У древесных растений, произрастающих в локальных очагах загрязнения выбросами автотранспорта, в течение вегетации отмечалось снижение содержания всех пигментов, в большей степени, концентрации хлорофилла В, содержание которого можно использовать в качестве диагностического признака состояния растений [Формирование концепции продовольственной безопасности России].

Существует тесная зависимость многих заболеваний от содержания в атмосфере пыли и других летучих соединений, выбрасываемых автомобильно-дорожным комплексом. В настоящее время количество людей, обеспокоенных проблемой охраны окружающей среды, растет, так как именно от нее зависит здоровье и благосостояние их самих и будущего поколения. Концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе пагубно сказывается на состоянии всех участников дорожного движения, а в первую очередь на здоровье населения, проживающего вблизи от проезжей части, т.к. в выбросах содержится множество вредных веществ, в частности сажа, которая опасна для здоровья людей тем, что способна оседать в легких человека и приносить в них огромное количество тяжелых металлов. Еще больше усугубляет ситуацию то, что вещества, выделяемые автомобилями, в основном распространяются на уровне дыхания человека, а из-за плотной застройки жилых районов, проветривание этой зоны затруднено, поэтому выбросы не рассеиваются ветром [Формирование концепции продовольственной безопасности России].

Есть сведения, что люди, живущие вблизи автомобильных дорог, значительно чаще склонны к раковым заболеваниям и подвержены вредному воздействию высоких концентраций следующих токсичных веществ: диоксид азота, азот, оксид углерода, формальдегид, диоксид серы, свинец, углеводороды, взвешенные вещества и др. Все эти вещества инородны для организма человека, поэтому иммунная система старается избавляться от них, но так как прирост вредных веществ большой, организм не успевает выводить их, и эти вещества

накапливаются в нем и препятствуют правильному функционированию организма человека [Формирование концепции продовольственной безопасности России].

Существует метод определения токсичности почв при использовании инфузорий (*Paramecium caudatum*). Клетка инфузорий имеет оболочку — пелликулу с отходящими от нее ресничками, а также стрекательные органеллы — трихоцисты. Инфузории имеют два ядра: макронуклеус и микронуклеус. В макронуклеусе содержатся гены, обеспечивающие функционирование сформировавшейся клетки. Микронуклеус содержит полную генетическую информацию, соответствующую данному виду. Питание инфузорий осуществляется через глотку (фагоцитоз), или через клеточную мембрану (пиноцитоз). Большинство видов инфузорий являются аэробными организмами [ГОСТ, Методика измерений загрязнений биотестированием].

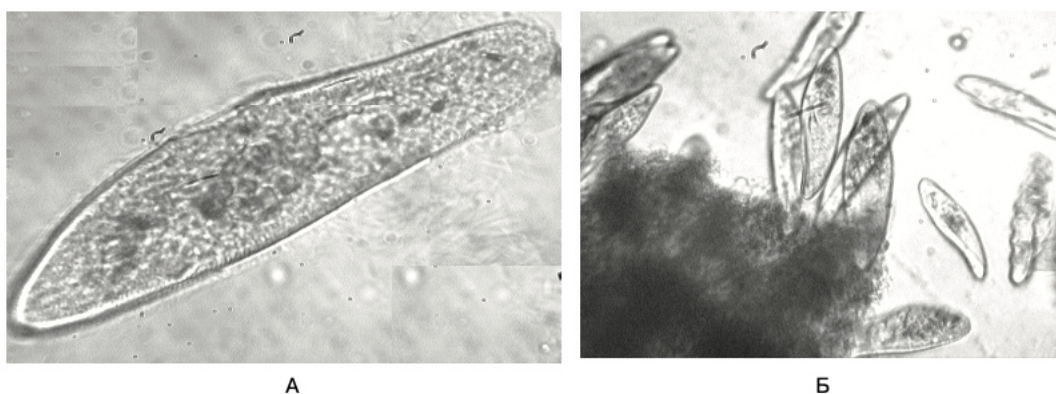


Рис. 3 *Paramecium caudatum* [Измайлова, с. 23]

А – отдельная клетка (увеличение 7 x 100); Б – скопление (увеличение 7 x 20)

При биотестировании почв инфузориями необходимой процедурой является получение почвенных вытяжек (почвенных растворов). Водная вытяжка используется для определения содержания в почве растворимых солей – хлоридов, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов, солей кальция и магния – главным образом при оценке засоленности почвы [ГОСТ, Методика измерений загрязнений биотестированием].

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

3.1. ПОДГОТОВКА ПОЧВ К ЛАБОРАТОРНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

Для описания почв, изучения их морфологических признаков, установления границ между различными почвами, отбора образцов для анализов закладывают специальные ямы, которые называются почвенными разрезами. Прежде всего, необходимо самым тщательным образом осмотреть местность, определить характер рельефа и растительности для правильного выбора места заложения почвенного разреза. Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами - нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. - точечные пробы отбирают послойно с глубины 0-5 и 5-20 см массой не более 200 г каждая [Головко, 68].

Отобранные почвенные образцы, массой 0,5–1 кг, рассыпают тонким слоем на лист бумаги, удаляют корни и другие растительные остатки. Накрывают сверху листом бумаги и доводят до воздушно-сухого состояния в сухом, проветриваемом помещении, избегая попадания прямых солнечных лучей и различных паров кислот и газов. Высушенную почву разравнивают тонким слоем на листе бумаги и проводят квартование (деление образца на четыре части по диагонали) [Мотузова, Безуглова, с. 112].

3.2. БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ ПРИ ПОМОЩИ СЕМЯН КРЕСС-САЛАТА (LEPIDIUM SATIVUM)

Тест-объектом для определения токсичности почв стали высшие растения, поскольку продуктивность является важнейшим критерием качества почвы. В лаборатории мониторинга и проблем реабилитации техногенных ландшафтов СПб НИЦЭБ РАН была разработана методика определения токсичности техногенно загрязненных почв, которая позволяет выявить потенциальную продуктивность и пригодность почвы обеспечивать рост и развитие растений. Данная методика прошла метрологическую аттестацию и внесена в Федеральный реестр МВИ [Куриленко, с. 254].

В настоящее время антропогенное воздействие на природные процессы стало одним из наиболее значимых экологических факторов, определяющих новые условия существования биологических систем. Нежелательным результатом данного влияния является химическое загрязнение почвы токсическими веществами, в том числе и тяжелыми металлами. При попадании токсикантов в почву происходит трансформация их первичных форм, вертикальное и горизонтальное перераспределение. Способность металлов к миграции приводит к более быстрому поступлению к корневищам растений, попадая тем самым в пищевую цепочку почва - растение – животное, человек [Мелехова, Егорова, с. 55].

Кресс-салат (*Lepidium sativum*) - однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Выбранный тест объект - растения кресс-салата позволяет относительно быстро провести биотест и получить достаточно точные и воспроизводимые результаты. Кроме того, в лабораторных условиях кресс - салат легко культивируется и семена его доступны. Методы проростков и определения хлорофилла можно успешно использовать для определения фитотоксичности почвы, как экспресс-диагностику загрязнения почв [Мелехова, Егорова, с. 86].

При биотестировании почв с повышенным содержанием тяжелых металлов использовались такие индикаторные признаки, как всхожесть семян, длина надземной и подземной части проростков кресс-салата. В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырех уровней загрязнения. Загрязнение отсутствует: всхожесть семян достигает 90 – 100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы. Слабое загрязнение: всхожесть 60 – 90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

Среднее загрязнение: всхожесть 20 – 60%. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства. Сильное загрязнение: всхожесть семян очень слабая (менее 20%). Проростки мелкие и уродливые [Мелехова, Егорова, с. 88].

Семена кресс-салата «Весенний» были посеяны в заранее подготовленные образцы почв. Выращивание проходило в пластиковых контейнерах, всего было 50 контейнеров. На каждый вариант использовалось по 20 семян. Для обеспечения влажности добавлялась отстоянная вода. Всхожесть, энергия прорастания, а также оценивание аномальных проростков оценивалось по Веллингтону.

13 июня 2021 года семена кресс-салата были помещены в почву. Количество всходов считались на 3 день, 7 день и 10 день. По завершению эксперимента проводились измерения длины стебля и корня. Полученные результаты приведены в таблицах 2,3,4,5,6.

Хлорофилл *a* — особая форма хлорофилла, используемая для окислительного фотосинтеза. Сильнее всего поглощает свет в фиолетово-голубой и оранжево-красной части спектра. Хлорофилл *a* необходим большинству фотосинтезирующих организмов для преобразования энергии света в химическую энергию, но это не единственный пигмент, который может быть использован для фотосинтеза. Все организмы с окислительным типом фотосинтеза используют хлорофилл *a*, но имеют разные вспомогательные пигменты, как, например, хлорофилл *b*. Хлорофилл *b* отличается от хлорофилла *a* наличием формильного радикала вместо метильного в положении 7 хлоринового кольца. Из-за этого по сравнению с хлорофиллом *a* более растворим в полярных растворителях. Поглощает свет преимущественно синей части спектра^[2], и поэтому имеет жёлто-зеленый цвет. Каротиноиды поглощают сине-зеленый свет и передают его хлорофиллам (светособирающая функция) [Попова, с.32].

Для определения концентрации пигментов фотосинтеза навеску примерно в 100 мг зеленой части каждого растения растирали в фарфоровой ступке до состояния порошка. В ступку приливали 8 мл 96% этилового спирта. В

надсадочной жидкости определяли концентрацию пигментов фотосинтеза на спектрофотометре КФК-3. Показания снимать при длине волны 662,644,440 нм. Рассчитывали концентрацию хлорофилов А и В, каротиноидов по формуле:

$$C_a = 9,78 * D_{622} - 0,99 * D_{644}, \quad (2.1)$$

$$C_b = 21,43 * D_{644} - 4,65 * D_{622}, \quad (2.2)$$

$$C_k = 4,7 * D_{440} - (1,38 * D_{662} - 5,48 * D_{644}) \quad (2.3)$$

Где, Д – оптическая плотность, длине волны, С – концентрация хлорофилла или каротиноидов.

Для сравнения полученных результатов было рассмотрено содержание фотосинтетических пигментов — хлорофиллов а и b, количество каротиноидов в листьях кресс-салата (*Lepidium sativum*). На содержание фотосинтетических пигментов растений влияют как естественные, так и антропогенные факторы. Снижение содержания хлорофилла является надежным неспецифическим биоиндикационным признаком [Терехова, с. 22].

Неспецифичность этого индикатора в том, что недостаток в почве азота, а также железа и других элементов, быстро сказывается на окраске листьев в результате разрушения в них хлорофилла. Этот признак очень показателен для оценки не только загрязнения, но и плодородия почв и его можно использовать при биологической диагностике почв в сочетании с другими признаками. Результаты представлены в приложениях 1-9. [Терехова, с. 22].

Оборудование: чашка Петри, почва, семена овса

Ход работы: в чашки Петри помещают увлажненные почвенные образцы и высаживают в них откалиброванные семена кресс-салата. В течение 3–4 дней поддерживается постоянная влажность почвы и температура окружающей среды. При достижении проростками стадии coleoptily учитывается количество проросших семян и проводится измерение корней. Полученные данные обрабатываются методом вариационной статистики. Критерием токсичности, согласно методике, считаются достоверно значимые различия между

исследуемыми образцами и контролем, превышающие 20% [ГОСТ, Методика измерений всхожести семян и длины корней проростков].

3.3. БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ ИНФУЗОРИЯМИ

(*PARAMECIUM CAUDATUM*)

Существует метод определения токсичности почв при использовании инфузорий (*Paramecium caudatum*). В 1998 г. методика «Определение токсичности почвы и донных осадков по хемотаксической реакции инфузорий» (ПНД ФТ 16.2:2.2.3-98) была внесена в государственный реестр методик количественного химического анализа [ГОСТ, Методика измерений загрязнений биотестированием].

При биотестировании почв инфузориями (*Paramecium caudatum*) необходимой процедурой является получение почвенных вытяжек (почвенных растворов). Водная вытяжка используется для определения содержания в почве растворимых солей – хлоридов, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов, солей кальция и магния – главным образом при оценке засоленности почвы. Сравнительный анализ биотестов различных трофических уровней показывает, что инфузории по своей чувствительности к токсикантам занимают лидирующее положение, а получаемые с их помощью оценки токсичности имеют тесную корреляционную связь с оценками, получаемыми с использованием в качестве тест-объектов многоклеточных организмов [ГОСТ, Методика измерений загрязнений биотестированием].

Для приготовления водной вытяжки использовались ранее отобранные, высушенные почвенные образцы и добавлялась дистиллированная вода, в соотношении 1:5. Затем хорошо размешивались и оставлялись настаиваться на 10 минут. Полученный раствор очищали через фильтровальную бумагу. Фильтраты были прозрачными. Мутные фильтраты перефильтровывались [ГОСТ, Методика определения токсичности почвы реакции инфузорий].

Затем проводились исследования на хемотаксис инфузорий. На предметное стекло помещалась капля с инфузориями (*Paramecium caudatum*) в количестве 20 шт, рядом добавлялась капля фильтрата. Капли соединялись

между собой и проводились подсчеты количества инфузорий в капле фильтрата через 5 минут, 10 минут и 1 час. Все наблюдения проводились при помощи бинокля. В каплю опытного раствора помещают 10 инфузорий. Наблюдают за скоростью перехода парameций из опытного раствора в контрольный. Эксперимент проводят в трех повторностях. Нетоксичными являются пробы, в которых активность инфузорий не превысила 20 %, токсичными пробами являются те, в которых активность инфузорий составила от 20 до 50 %, и остротоксичными - превысила 50 %.

Для исследования выживаемости создавался раствор из смеси фильтрата и дистиллированной воды, в которой находились инфузории, в соотношении 1:1, и оставлялся на сутки. Затем при помощи бинокля проводились подсчеты выживших и погибших инфузорий, в процентах. Результаты внесены в приложениях 7,8,9,10,11. В качестве контроля – дистиллированная вода.

Оборудование: весы аналитические, воронки стеклянные, мерные цилиндры, колбы конические, стаканы химические, шпатели, пробирки, пипетки, фильтры «красная» или «белая» лента. пробы почвы, вода дистиллированная, инфузории (*Paramecium caudatum*).

Ход работы: Пробу почвы массой 30 г, взвесить с точностью до третьего знака, результат записать в лабораторный журнал. Пробу поместить в коническую колбу на 250 мл. К пробе прилить 150 мл. дистиллированной воды. Почву с водой перемешать в течение 3 минут и оставить на 5 минут для отстаивания. Затем отфильтровать через двойной складчатый фильтр «белая» или «красная лента». Край фильтра должен быть расположен на 0,5 - 1,0 см. ниже края воронки. В начале фильтрования необходимо перевести на фильтр возможно большее количество почвы. Струю суспензии направляют на боковую стенку воронки, чтобы не порвать фильтр. Первую порцию фильтрата объемом до 10 мл. отбрасывают и только затем собирают фильтрат в чистую и сухую коническую колбу. Фильтрат должен быть прозрачным. Мутные фильтраты перефильтровывают [ГОСТ, Методика определения токсичности почвы реакции инфузорий].

3.4. ОТБОР ПРОБ ПОЧВ

Сбор почвенных образцов проводился в июне 2021 года. Пробы отбирались в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 в пятикратной повторности, по методу конверта.

Таблица 8

Координаты исследуемых почвенных точек

Адрес	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5
Лес	57.113623, 65.484953	57.113466, 65.484856	57.113419, 65.485189	57.113565, 65.485339	57.113489, 65.485028
Город Ул. Михаила Сперанского	57.092984, 65.596396	57.092808, 65.596104	57.092946, 65.595699	57.093090, 65.595914	57.092965, 65.595919
ООО «Тюменское АТП» ул. Черепанова, 79	57.151015, 65.451978	57.151127, 65.452713	57.151603, 65.452222	57.151575, 65.451731	57.151472, 65.452144
Автотеплотехник ул. Ветеранов Труда, 11	57.192257, 65.594163	57.192237, 65.594549	57.193472, 65.594839	57.193463, 65.594504	57.192817, 65.594466
ООО «Тюменское АТП» Щербакова, 158	57.191397, 65.587182	57.191462, 65.587453	57.191802, 65.586858	57.191779, 65.587258	57.191623, 65.587019

Точечные пробы отбирали на пробных площадках из слоя 0-5 и 5-20 см. Каждую пробу помещали в отдельный пакет, подписывая номер точки и глубину вскапывания. Пробы почвы далее высушивали до воздушно-сухого состояния по ГОСТ 5180-84. Высушенные пробы хранились в пакетах (таблица 8).

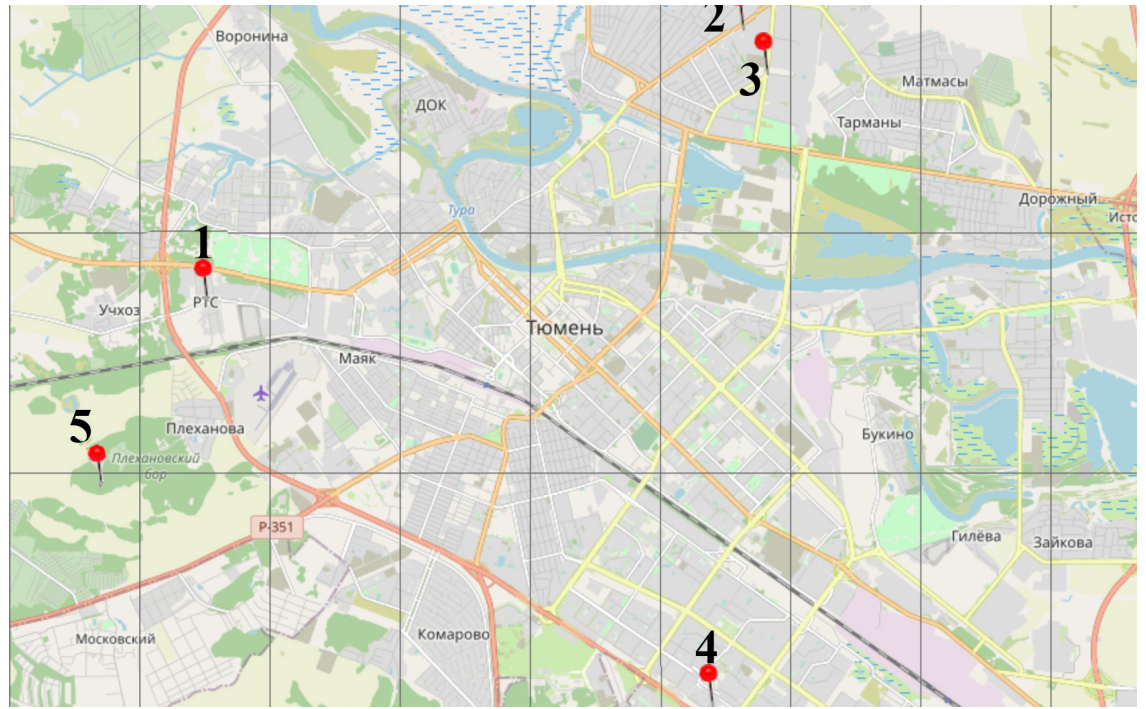


Рис. 4
Карта точек отбора проб (М 1:20000), где

- 1 - ООО «Тюменское АТП» ул. Черепанова, 79
- 2 - ООО «Тюменское АТП» Щербакова, 158
- 3 – Автотеплотехник ул. Ветеранов Труда, 11
- 4 – Город Ул. Михаила Сперанского
- 5 – участок леса (контроль).

Пробы почв отбирались в 5 различных пунктах города Тюмени. Были выбраны три автотранспортных предприятия и два контроля (лес и город). Координаты точек приведены в таблице 8.

ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВ

4.1. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ДО И ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ ПУТИДОЙЛ В ТЕСТАХ НА ИНФУЗОРИЯХ (*PARAMECIUM CAUDATUM*)

Для очищения почвы от нефтепродуктов применялся Путидойл – его используют для очистки водоёмов, грунтовых поверхностей, территорий предприятий нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, аэропортов, автовокзалов, ж/д ДЕПО, СТО, АЗС и т.п. Это биологический препарат представляет собой порошок, состоящий из клеток микроорганизма, обладающих углеводородоокисляющей активностью с концентрацией не менее 100 млн. клеток в 1 грамме препарата, остатков питательной среды. Препарат, обладая высоко выраженной окисляющей активностью в отношении углеводородов нефти и нефтепродуктов, переводит их в экологически нейтральные соединения, способствует ускорению рекультивации почвы.

Преимущества препарата: 1) обладает высокой активностью окисления углеводородов до образования не токсичных соединений, 2) сохраняет жизнеспособность в интервале температур от -40° до 42°С, 3) в отличие от механических способов очистки утилизирует водорастворимые фракции нефтепродуктов, 4) сохраняет способность к биодegradации углеродов в широком диапазоне рН-4,5-8,5 и температур от +5 ° до +38° С.

Подготовка препарата: расчетное количество Путидойл разводить в воде и перемешивать до получения однородной суспензии. Затем обеспечивали аэрацию суспензии при комнатной температуре в течение суток. Готовая рабочая суспензия используется на отобранных пробах почвы. После проводить повторные исследования на кресс-салате и инфузориях.

После обработки почв препаратом Путидойл, повторно поведился эксперимент с использованием метода определения токсичности почв инфузориями (*Paramecium caudatum*) и кресс-салатом [ГОСТ, Методика

измерений загрязнений биотестированием]. Результаты приведены в таблицах и гистограммах.

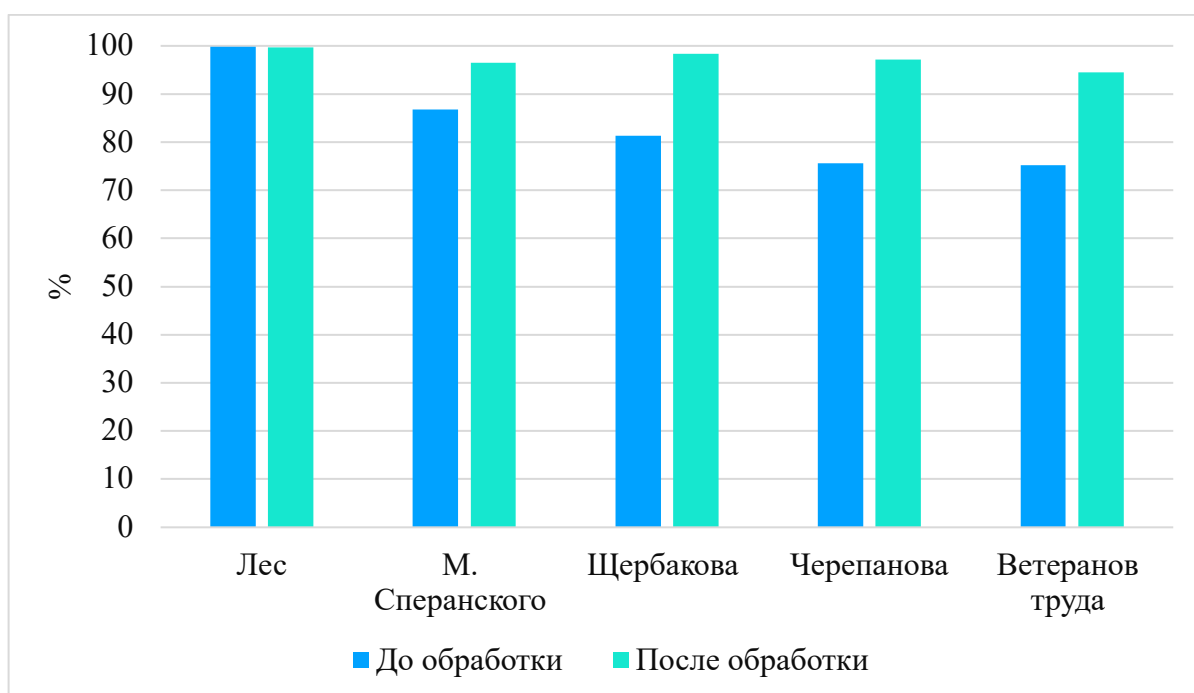


Рис. 3 Выживаемость инфузорий (*Paramecium caudatum*) (%) в вариантах до и после обработки препаратом проб почв с разных участков города Тюмени

Оценивали показатель токсичности (выживаемость), фиксируя число выживших особей. На рисунке приведены результаты анализа выживаемости инфузорий (*Paramecium caudatum*) до и после обработки Путидойлом отобранных проб. Вытяжки сделанные с почвы на территории леса (контроль) являются менее токсичные из всех почвенных образцов. Наибольшая выживаемость из изучаемых почвенных образцов (не считая контроль) отмечается на территории города. Наиболее негативное влияние на инфузорий (*Paramecium caudatum*) было оказано вытяжкой с территорий АТП расположенной на улице Черепанова. После обработки можно отметить отсутствие угнетающего эффекта. Практически все экспериментальные участки приблизились в своих значениях к контролю. Наиболее сильно это выражено на участке с улицы Щербакова.

Таким образом, качество почв после обработки по реакции выживаемости простейших оценивается в основном на уровне допустимой степени токсичности, что свидетельствует о невысоком уровне воздействия препарата на живые организмы.

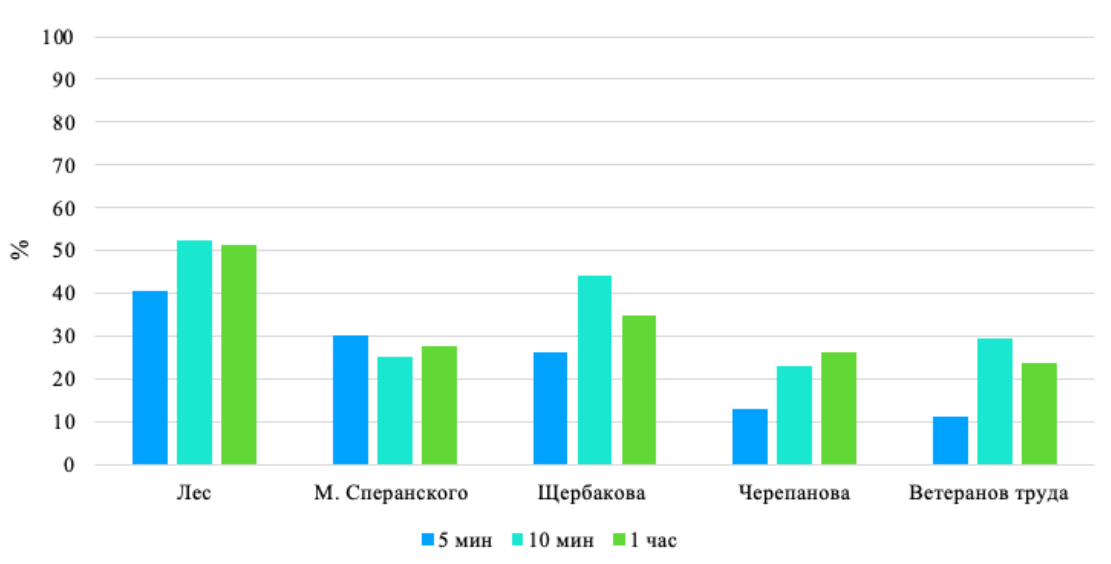


Рис 4. Хемотаксис инфузорий (*Paramecium caudatum*) до обработки

Метод биотестирования по реакции хемотаксиса инфузорий (*Paramecium caudatum*) основан на способности инфузорий перемещаться от источника воздействия.

Выявлена наибольшая чувствительность инфузорий к водным вытяжкам с участков на территории города и с ул. Черепанова. Инфузии (*Paramecium caudatum*), избегая неблагоприятной среды, устремляются в каплю с чистой водой, показывая отрицательный хемотаксис. Можно сделать вывод, что вещества, содержащиеся в капле с вытяжкой изучаемой территории города и Черепанова обладают токсичностью по отношению к инфузориям. Положительный хемотаксис отмечается в капле вытяжке с территории леса, из чего следует, что почва леса содержит меньше раздражающих инфузорий веществ.

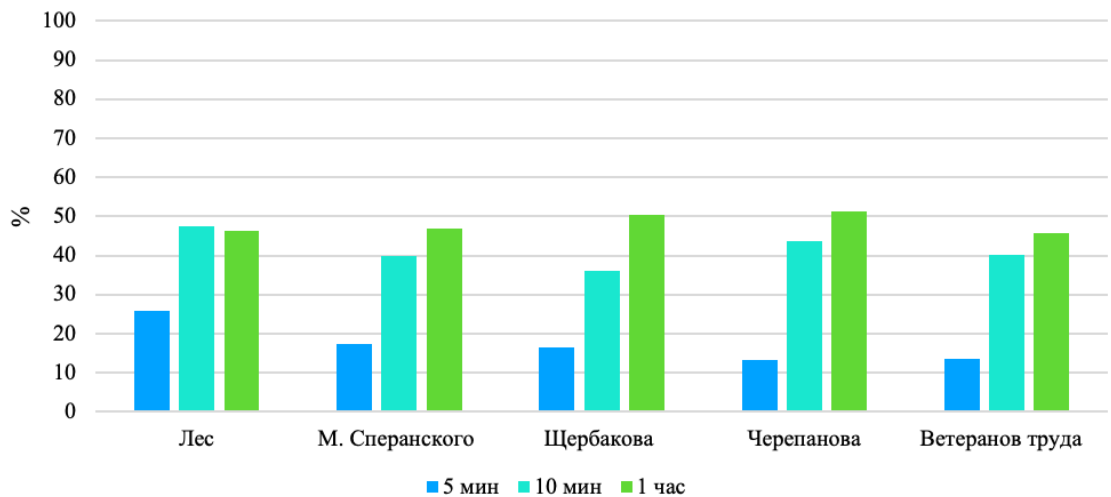


Рис. 5 Хемотаксис инфузорий (*Paramecium caudatum*) после обработки

Анализируя гистограмму стоит отметить, что после обработки почв результаты со всех пробных точек приближены к контролю (лес). Наибольшая чувствительность инфузорий (*Paramecium caudatum*) к водным вытяжкам с участков на территории города и Ветеранов труда. Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что инфузории (*Paramecium caudatum*) показывают положительный хемотаксис. Можно сделать вывод, что вещества, содержащиеся в водных обладах обладают низкой токсичностью по отношению к инфузориям (*Paramecium caudatum*).

4.2. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ДО И ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ ПУТИДОЙЛ В ТЕСТАХ НА ИНФУЗОРИЯХ (*PARAMECIUM CAUDATUM*)

Всхожесть семян в контроле около 100% до и после обработки. Сравнивая результаты контроля участками города и предприятий, стоит отметить, что энергия прорастания после обработки значительно выше, чем до обработки. Наименьшая энергия прорастания до и после обработки отмечается на территории города.

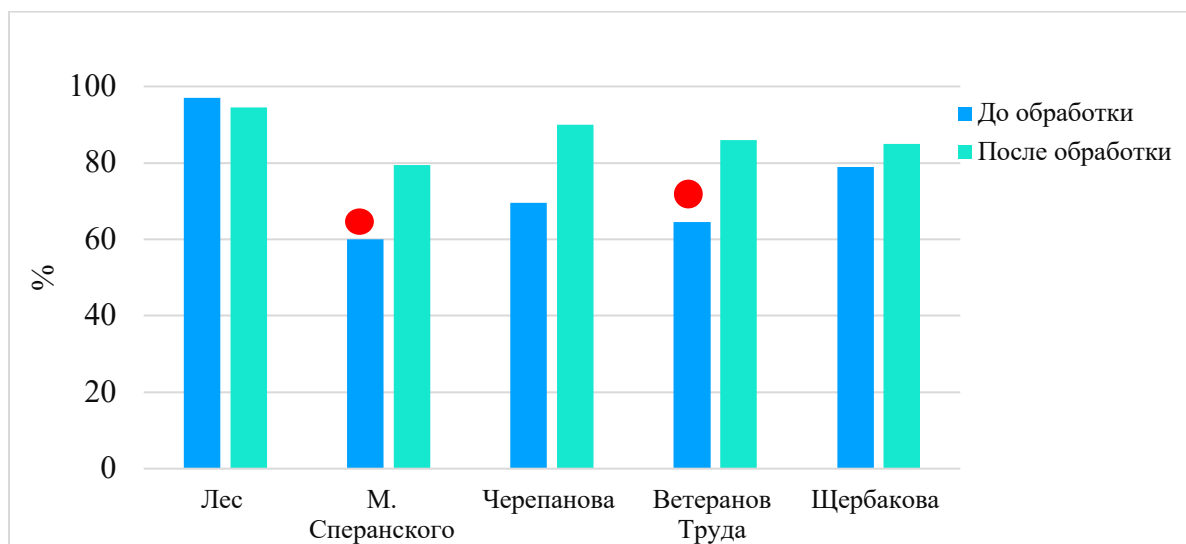


Рис. 6 Энергия прорастания кресс-салата (*Lepidium sativum*)

Примечания: ● - статистические значимые отличия с контролем

Наименьшая энергия прорастания до и после обработки на участках АТП отмечается на улице Ветеранов труда. Наиболее приближенная к контролю энергия прорастания после обработки отмечается на пробе с ул. Черепанова. Можно сделать вывод, что слабое загрязнение до обработки (всхожесть 60 – 90%) отмечается на территориях города, Черепанова, Ветеранов труда, Щербакова. Слабое загрязнение после обработки отмечается на территориях города, Ветеранов труда и Щербакова. Сильное загрязнение не отмечено ни на одном из пробных участков.

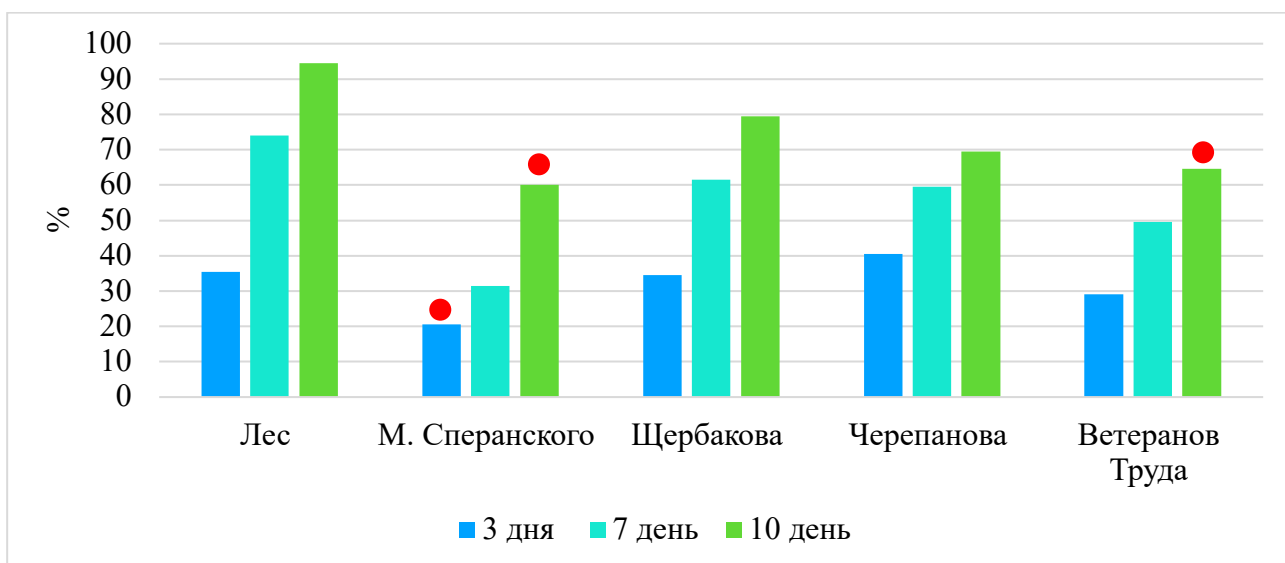


Рис. 7 Средние значения всхожести кресс-салата (*Lepidium sativum*) до обработки

Примечания: ● - статистические значимые отличия с контролем

Всходы до обработки без мутаций в строении на всех участках изучаемых территорий. Количество всходов наиболее приближенное к контролю на 3 день отмечается на территории ул. Щербакова, на 7 день на ул. Черепанова и Щербакова, на 10 день на ул. Щербакова. Наиболее отличное значение от контроля на территории города на протяжении всего эксперимента.

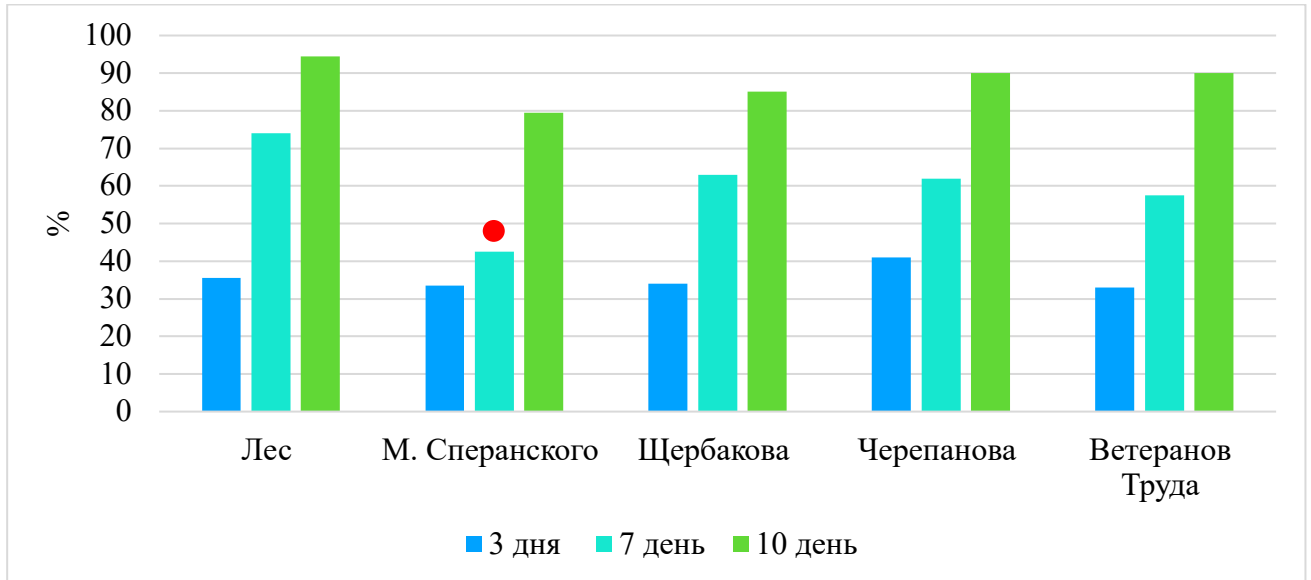


Рис. 8 Средние значения всхожести кресс-салата (*Lepidium sativum*) после обработки

Примечания: ● - статистические значимые отличия с контролем

Всходы после обработки без мутаций в строении на всех участках изучаемых территорий. Все растения развивались приблизительно с равной скоростью. На 3 день образцы с ул. Черепанова развивались быстрее контроля, на 7 день наиболее приближенные к контролю данные с ул. Черепанова и Щербакова. На 10 день на всех территориях, кроме города, отмечается развитие практических 100% растений.

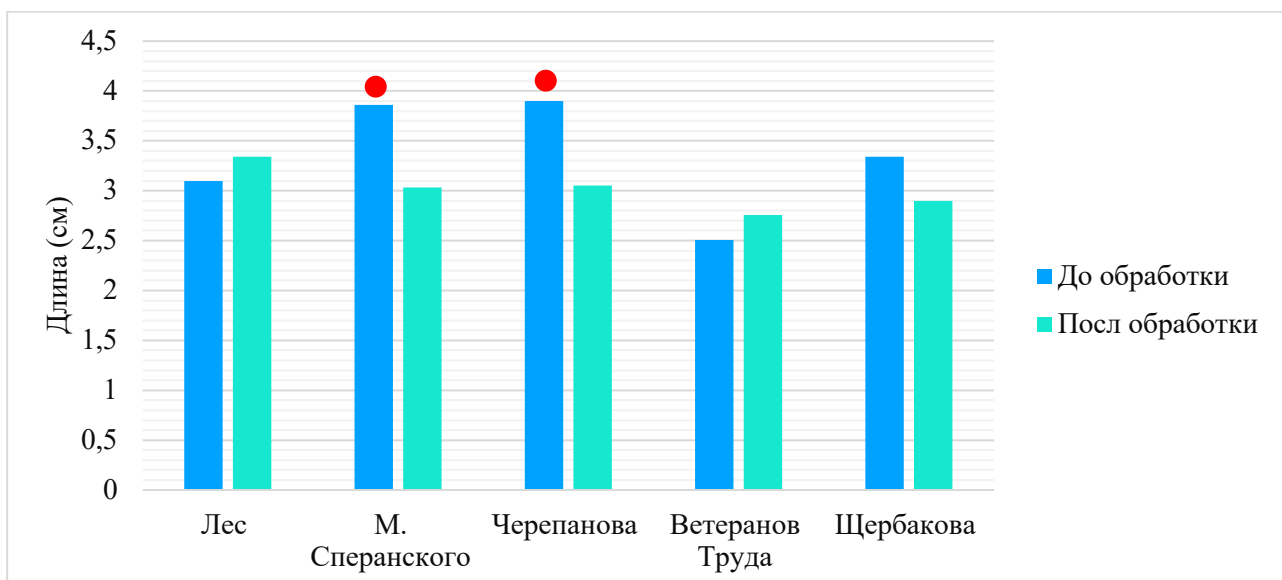


Рис. 9 Среднее значение длины стебля кресс-салата (*Lepidium sativum*)

Примечания: ● - статистические значимые отличия с контролем

Стебли и корни кресс-салата под действием загрязнителей могут подвергаться заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление стеблей, уменьшение длины корней). Наибольшая длина стебля отмечается на территории города и ул. Черепанова, их показатели превышают показатели контроля. Наименьшая длина отмечается на ул. Ветеранов труда. После обработки длина стебля с участков города, Черепанова и Щербакова приближены к контролю. Наименьшая длина стебля после обработки на ул. Ветеранов труда.

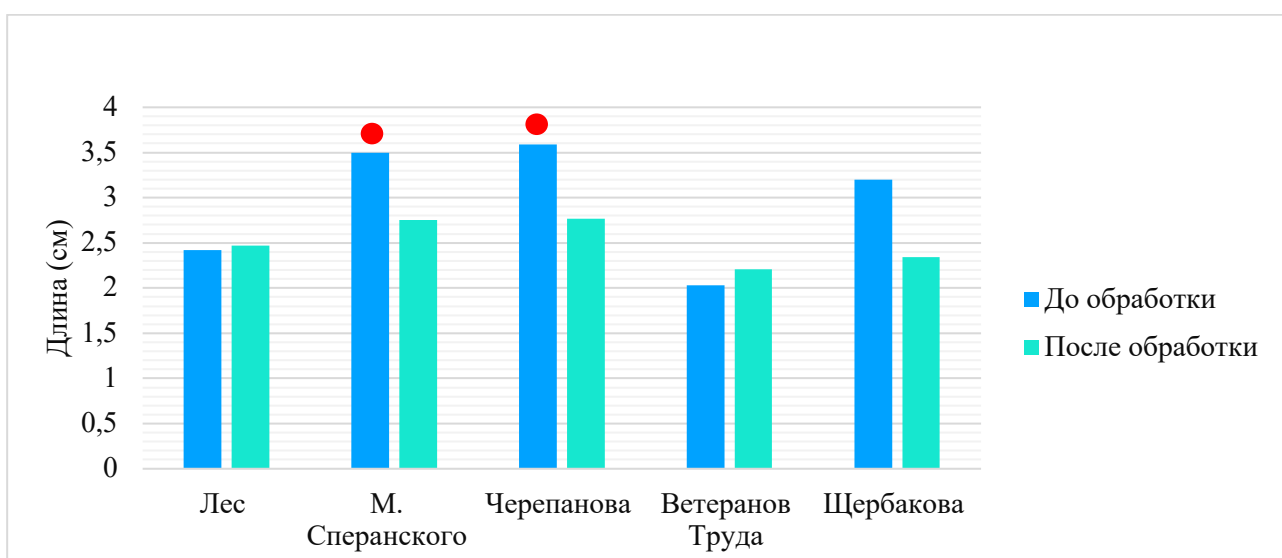


Рис. 10 Среднее значение длины корня кресс-салата (*Lepidium sativum*)

Примечания: ● - статистические значимые отличия с контролем

Глубина прорастания корня зависит от количества воды в почве, от нахождения полезных минеральных веществ в различных слоях земли, от структуры почвы (чернозем, каменистая и др.). Из гистограммы следует, что длина корня кресс-салата до обработки наиболее отличается от контроля на территории города и ул. Черепанова. Наиболее приближенное к контролю ул. Ветеранов труда. После обработки почвы длина корня изменялась в узком диапазоне и сильно не превышала значения контроля.

4.3. ИЗМЕНЕНИЕ СТРЕССОВОСТИ ПОЧВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ ПРИ ОЦЕНКЕ ПИГМЕНТОВФОТОСИНТЕЗА

Наиболее низкое содержание хлорофилла а в опытных образцах до обработки с ул. Ветеранов труда и Черепанова показывает на загрязнение почв химическими веществами, которые разрушают хлорофилл в листьях тест-растений.

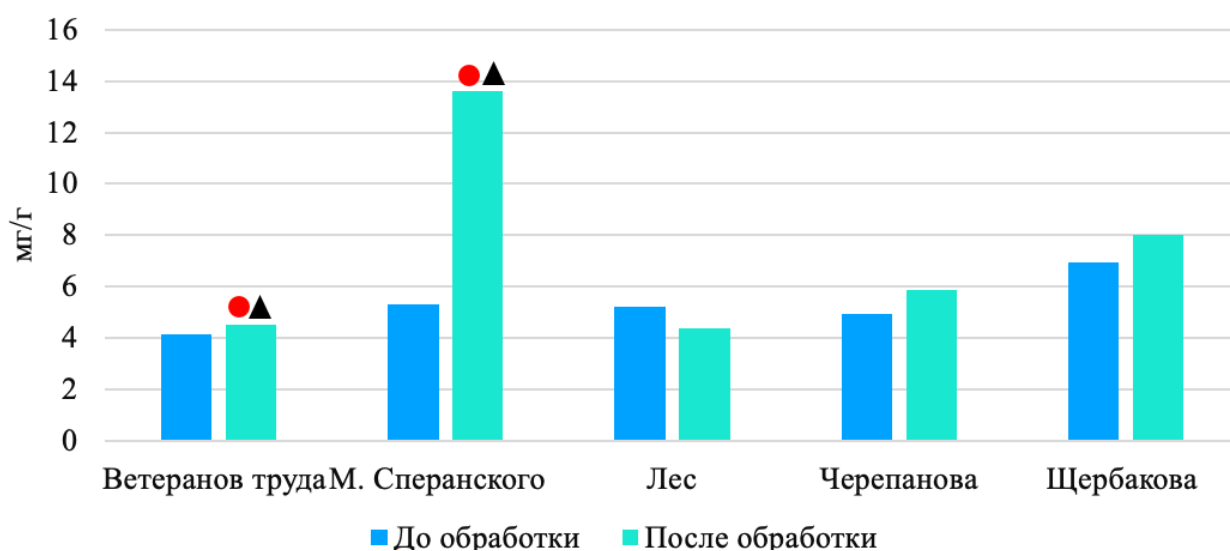


Рис. 11 Количество пигмента Ca

Примечания: ● - статистические значимые отличия с контролем;

▲ - статистически значимые отличия до и после обработки.

Увеличение биосинтеза хлорофилла а после обработки, вероятно, является одной из приспособительных реакций кресс-салата к действию Путидойла или растворенным им веществ, поскольку во всех образцах отмечается повышения количества хлорофилла а. И лишь в пробе леса количество хлорофилла сократилось, что связано с отсутствием нефтяного загрязнения.

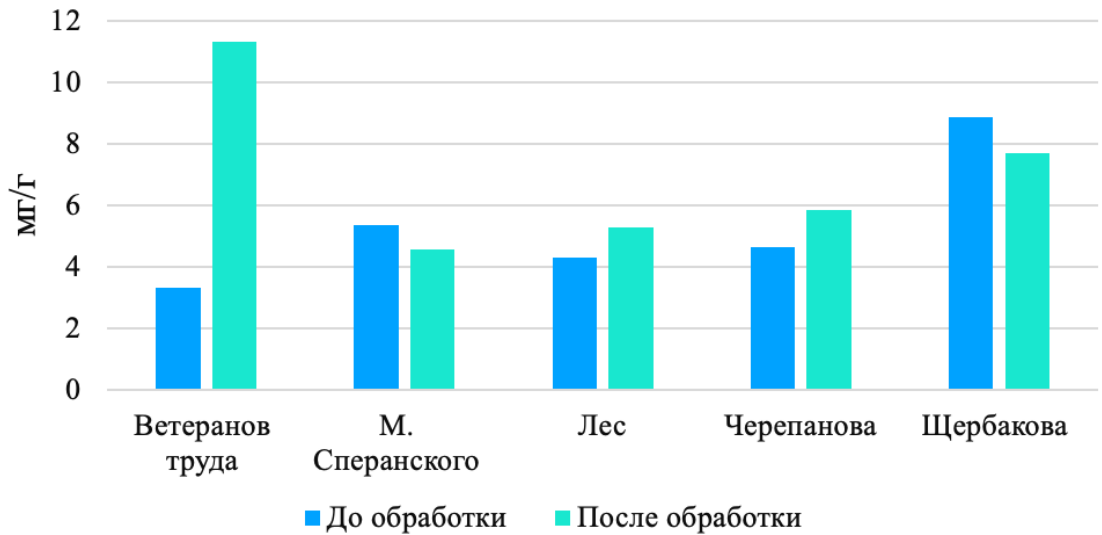


Рис. 12 Количество пигмента Св

Полученные данные по определению количества хлорофилла в показали, что до обработки наибольшее содержание отмечается в образце с ул. Щербакова. Наиболее приближенные к контролю данные с территории города и с ул. Черепанова. На территории Теплотранс отмечается самое низкое количественное значение.

После обработки наибольшее количество содержания хлорофилла в отмечается в пробе с территории Теплотранс и Щербакова, что вероятно, является одной из приспособительных реакций кресс-салата к действию Путидойла или растворенным им веществ.

Таким образом содержание хлорофилла является весьма показательным биоиндикационным признаком, который позволяет точно оценить токсичность и загрязненность анализируемых почв. Наиболее загрязненными, токсичными почвами оказались почвы города и Ветеранов труда.

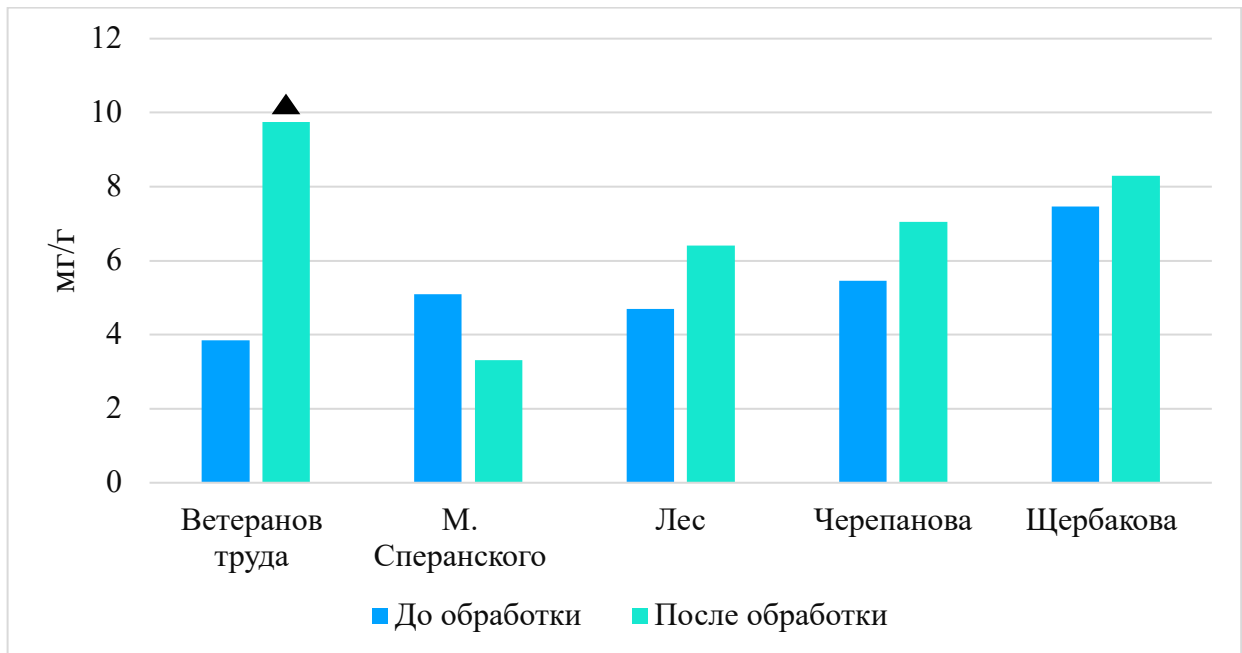


Рис. 13 Количество пигмента Ск

▲ - статистически значимые отличия до и после обработки.

Наименьшее количество каротиноидов до обработки отмечается в пробе почв с территории Теплотранс (ул. Ветеранов труда). Наиболее приближенные к контролю данные с участков леса и с ул. Черепанова. После обработки все результаты показывают количество каротиноидов большее чем в контроле или до обработки. что вероятно, является одной из приспособительных реакций кресс-салата к действию Путидойла или растворенным им веществ.

На основании полученных опытных данных можно сделать вывод, что содержание в почве нефтяных загрязнений в пределах города и различных АТП не оказывает влияние на морфологические признаки тест-культуры, но влияет на количество хлорофилла и каротиноидов в листьях кресс – салата (*Lepidium sativum*).

4.4 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Сравнение полученных данных проводилась в программе STATISTICA при использовании Т-критерия. Т-критерий Стьюдента – общее название для класса методов статистической проверки гипотез (статистических критериев), основанных на распределении Стьюдента. Наиболее частые случаи применения

t-критерия связаны с проверкой равенства средних значений в двух выборках [Фомин, с. 12].

Таблица 9

T-критерий всхожести кресс-салата (*Lepidium sativum*) с контролем до обработки

	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
3 день	2,11	0,27	0,81	0,68
7 день	1,19	0,73	0,19	0,75
10 день	3,19	2,01	2,58	1

Из полученных данных таблицы 9 видно, что наиболее отличные от контроля данные получены с территорий города и с ул. Ветеранов Труда, т.к. расчетные значения больше критического значения, делаем выводы, что наблюдаемые значения статистически значимы (критическое значение t-критерия Стьюдента = 2.101, при уровне значимости $\alpha = 0,05$). Менее отличные от контроля АТП с ул. Черепанова и с ул. Щербакова, скорее всего, это связано с более озелененной территорией вблизи этих предприятий.

Таблица 10

T-критерий всхожести кресс-салата (*Lepidium sativum*) с контролем после обработки

	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
3 день	0,51	0,33	0,03	0,02
7 день	2,2	0,63	1,34	0,47
10 день	0,85	0,39	0,71	0,9

Сравнивая полученные данные таблицы 10 можно отметить, что наиболее отличные от контроля данные получены с участков города на 7 день прорастания кресс-салата. Возможно это связано с большим загрязнением данной территории, чем на других участках, т.к. вблизи проходит большой трафик легковых и грузовых автомобилей и для очищения препаратом потребовалось больше времени.

Данные после обработки значительно отличается от результатов до обработки, поскольку на 10 день все значения приблизительно одинаковы и не имеют статистически значимых отличий от контроля.

Таблица 11

T-критерий по всхожести кресс-салата (*Lepidium sativum*) до и после обработки

	Лес	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
3 день	0,73	0,7	0,02	0,21	0,03
7 день	0,04	1,01	0,11	0,36	0,06
10 день	0,26	1,04	1,35	1,31	0,23

Сравнивая полученные результаты из таблицы 11 статистически значимых отличий до и после обработки обнаружены не были. Однако наименьшие значения отмечаются на территории леса (контроль) и ул. Щербакова. Из чего можно сделать вывод что препарат сработал менее эффективно на ул. Щербакова, т.к. отличия «до» и «после» - незначительны. . Наиболее отличное значение отмечено на территориях АТП с ул. Черепанова, Ветеранов Труда и города. Это значит что в результате использования препарата Путидойл почвы стали менее загрязненными.

Таблица 12

T-критерий длины стебля кресс-салата (*Lepidium sativum*) с контролем

	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
До	2,40	2,01	0,76	2,46
После	0,39	0,84	0,66	0,11

При оценке действия препарата на загрязненную почву отмечались морфометрические показатели растений. В условиях отсутствия очищения препаратом установлено достоверное увеличение таких параметров, как длина наземной части и длина главного корня растения.

Исходя из полученных данных таблицы 12 можно отметить, что статистически значимое отклонение с контролем по длине стебля отмечено на территориях с ул. Черепанова и города. И наименьшее значение отмечено на территории Щербакова. Однако после обработки, все значения в пределах нормы контроля.

Таблица 13

Т-критерий длины корня кресс-салата (*Lepidium sativum*) с контролем

	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
До	2,61	2,16	0,75	1,11
После	0,85	0,72	1,57	1,39

Исходя из полученных данных таблицы 13 можно отметить, что статистически значимое отклонение с контролем по длине корня отмечено на территориях с ул. Черепанова и города. Ситуация аналогична результатам с анализом длины стебля. Наименьшее отклонение от контроля отмечено на территории с ул. Ветеранов труда. После обработки, все числа в пределах нормы контроля, статистическое отклонение с контролем не значительна.

Таблица 14

Т-критерий длины корня и стебля кресс-салата (*Lepidium sativum*) до и после обработки

	Лес	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
Стебель	0,35	1,52	1,21	0,58	0,82
Корень	0,09	1,37	1,09	0,35	1,23

Анализируя данные таблицы 14 можно отметить наибольшие значения критерия на участках города, с ул. Черепанова и с ул. Щербакова. Что связано с большой антропогенной нагрузкой. И наименьшее отклонение на участке с ул. Ветеранов труда, т.к. скорее всего данный участок почвы менее загрязнен, т.к. находится в зоне с меньшим влиянием техногенного загрязнения.

Таблица 15

Т-критерий по всхожести кресс-салата (*Lepidium sativum*) до и после обработки

	Лес	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
3 день	0,73	0,7	0,02	0,21	0,03
7 день	0,04	1,01	0,11	0,36	0,06
10 день	0,26	1,04	1,35	1,31	0,23

Из таблицы 15 можно отметить что наименьшее значение критерия к концу эксперимента (10 дней) отмечается на территории леса и Щербакова, что свидетельствует о небольшом влиянии препарата на почвенные образцы. И наибольшее значения на ул. Черепанова, Ветеранов труда и города. Это значит что в результате эксперимента, отмечаются отличия между почвами до обработки и после.

Таблица 16

Т-критерий прорастания кресс-салата (*Lepidium sativum*) с контролем

	М. Сперанского	Черепанова	Ветеранов	Щербакова
До обработки	3,19	2,01	2,58	1,2
После	0,86	0,39	0,65	0,45

Из данных таблицы 16 статистически значимое отклонение отмечается на территориях города и с ул. Ветеранов Труда, а значит они имеют большее отличия от контроля. Это может быть связано с большой антропогенной нагрузкой. После обработки образцов препаратом отмечается приближение всех результатов к контрольным значениям. Однако наиболее отличное значение все еще замечается у города, т.к. почвы с данной территории подвержены многим техногенным загрязнениям и, возможно, препарат Путидойл не способен справиться с данным типом веществ.

Исходя из данных рис. 14-22 можно сделать вывод, что наиболее загрязненные образцы изменяют свой состав и становятся более очищенными

т.к. кресс-салат (*Lepidium sativum*) имеет показатели ближе к контролю именно после обработки. Наиболее загрязненные участки города и с ул. Черепанова.

Таблица 17

Т-критерий пигментов кресс-салата (*Lepidium sativum*) с контролем

	Ветеранов труда	М. Сперанского	Черепанова	Щербакова
Са	0,63	0,07	0,13	0,99
Са	0,11	3,87	0,56	0,1
Св	0,72	0,74	0,22	1,33
Св	1,01	0,19	0,17	0,8
Ск	1,36	0,26	0,41	1,69
Ск	2,43	2,03	0,29	0,77

Са, Св, Ск – после обработки

Соотношение и содержание изученных пигментов из полученных в ходе исследования данных таблицы 17 свидетельствуют о том, что наибольшее отклонение от контроля до обработки хлорофилла *a* отмечается на территориях Ветеранов Труда и Щербакова. Наименьшее отклонения от контроля на территориях города и Черепанова, т.к. на обоих этих участках произрастает большое количество растений, а значит почвы обогащены необходимыми компонентами. Основной хлорофилл *a* имеет статистически значимое отклонение от контроля на территории города после обработки. Это означает что его количество значительно увеличилось после обработки, а учитывая что он является важным пигментом для фотосинтеза – это является важным результатом, т.к. компоненты фотосинтетического аппарата имеют ключевое значение в жизни растения в стрессовых условиях роста, развития, размножения, перенесения неблагоприятных условий. На всех остальных участках количество хлорофилла максимально приближено к контролю.

В сравнении с содержанием вспомогательного хлорофилла *b* из указанных данных видно, что у растений, произрастающих в антропогенных условиях, до обработки, концентрация хлорофилла *b* снижется в сравнении с контрольным участком. Однако статистически значимых отклонений не обнаружено. Наибольшее отклонение от контроля отмечается на территории Щербакова,

города и Ветеранов труда. А наименьшее на ул. Черепанова. После обработки наименее отличные от контроля данные с территории города и Ветеранов труда, что означает большую степень очистки.

Наибольшее количество каротиноидов в сравнении с контролем до обработки отмечается на территориях с ул. Ветеранов труда и Щербакова. Статистически значимое отклонение на территории Ветеранов труда. В стрессовых антропогенных условиях регистрируется повышенное содержание каротиноидов. Значит можно сделать вывод, что препарат Путидойл привел к стрессовым процессам в растениях т.к. значения каротиноидов после обработки значительно увеличилось на всех исследуемых участках в сравнении с контролем.

Можно сделать вывод, что количество пигментов до и после обработки в сравнении с контролем не сильно отличаются. Наибольшие изменения после обработки замечены на территориях города и на ул. Черепанова, хотя до обработки они имели наименьшие различия с контролем.

Таблица 18

Т-критерий пигменты фотосинтеза до и после обработки

	Ветеранов труда	М. Сперанского	Лес	Черепанова	Щербакова
Са	0,22	3,18	0,55	0,32	0,46
Св	1,48	0,25	0,31	0,41	0,32
Ск	2,77	1,06	1,11	0,62	0,31

Из таблицы 18 можно отметить что содержания хлорофилла *a* значительно отличается до и после обработки на территории города и Щербакова, наименьшее изменения на территории ул. Ветеранов труда. Количество хлорофилла *b* значительно увеличилось на территории с ул. Ветеранов труда. Все остальные значения находятся в пределах контроля. Главной причиной снижения содержания хлорофиллов в присутствии тяжелых металлов является подавление их синтеза, связанное в первую очередь с непосредственным действием металлов на активность ферментов биосинтеза. Кроме того, нарушение синтеза хлорофилла в присутствии тяжелых металлов может быть

вызвано вытеснением ими ионов Mg из молекулы хлорофилла. Некоторые металлы, например Cu, в больших концентрациях замедляют связывание молекул хлорофиллов с белками в светособирающих комплексах фотосистем [Попова, с. 54].

Кроме того, известно, что тяжелые металлы способны изменять функционирование мембран хлоропластов и ингибировать работу пигментов. Количество каротиноидов увеличилось на территории с ул. Щербакова. Данное содержание каротиноидов, с одной стороны, снижает стрессовый эффект, с другой - выполняет защитную функцию, предохраняя молекулы хлорофилла и другие органические вещества от разрушения [Ильина, с. 34].

Таблица 19

Т-критерий хемотаксис инфузорий (*Paramecium caudatum*) с контролем

	5 мин До	5 мин после	10 мин до	10 мин после	1 ч до	1 ч после
М.Сперанского	0,48	0,52	1,16	0,39	0,98	0,03
Щербакова	0,79	0,59	0,4	0,63	0,66	0,2
Черепанова	1,78	0,83	1,45	0,19	1,26	0,24
Ветеранов труда	0,10	0,79	1,04	0,36	1,28	0,01

Данные таблицы 19 демонстрируют что хемотаксис наиболее отличается от контроля до обработки на территории с ул. Черепанова, Ветеранов Труда и города. После обработки Путидойлом все исследуемые участки оказались в приближенных значениях к контролю и друг другу. Что свидетельствует положительному влиянию на очищение почв и отсутствие негативного влияния на живые организмы.

Таблица 20

Т-критерий с контролем выживаемость инфузорий (*Paramecium caudatum*)

	Выживаемость до	Выживаемость после
М. Сперанского	1,38	0,62
Щербакова	1,39	0,32
Черепанова	1,96	0,42
Ветеранов труда	1,94	0,7

Из таблицы 20 можно отметить положительное влияние препарата на выживаемость инфузорий (*Paramecium caudatum*) и отсутствие или минимальное наличие токсического воздействия на живые организмы, поскольку данные

после обработки наиболее приближены к контролю. Более отличные значения отмечаются на ул. Ветеранов труда и города. Наименьшее отличие на ул. Щербакова и Черепанова. До обработки наибольшее отклонение на территориях с ул. Черепанова и Ветеранов труда.

Таблица 21

Т-критерий выживаемости инфузорий (*Paramecium caudatum*) до и после обработки

Лес	0,07
М. Сперанского	1,85
Щербакова	1,23
Черепанова	1,56
Ветеранов труда	1,32

В таблице 21 сразу можно заметить отсутствие каких-либо изменений в выживаемости до и после обработки на территории леса. Что говорит о том, что при наличии или отсутствии препарата, инфузории (*Paramecium caudatum*) не были подвержены токсическому воздействию. Наибольшее отличие до и после обработки отмечаются на всех остальных пробных точках. Можно сделать вывод, что препарат не оказывал патогенного влияния на живые организмы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. Почвенные образцы с территорий АТП (ул. Ветеранов труда) и города (М. Сперанского) оказались наиболее токсичные по анализируемым показателям выживаемости (75% и 85%), энергии прорастания (65% и 62%), всхожести (60% и 63%) кресс-салата.
2. Наименьшее содержание хлорофилла а, в и каротиноидов отмечается на территории АТП по ул. Ветеранов труда (4,1 мг/г; 3,3 мг/г; 3,8 мг/г), что указывает на фоновый стресс растений.
3. Установлено снижение токсичности почв после обработки Путидойлом по показателям выживаемости инфузорий (+25%), морфологическим и биохимическим показателям кресс-салата. Значительное увеличение показателей отмечено в т.ч. для наиболее токсичного технозёма с ул. Ветеранов Труда.
4. Негативного эффекта от препарата на биологические объекты (инфузории, кресс-салат) не установлено, в т.ч. в контроле (лес).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакина Л.Г., Бардина Т.В., Маячкина Н.В. К методике фитотестирования техногенно-загрязненных почв и грунтов. - Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2004. 169 с.
2. Бойкова Д.Е. Применение простейших в токсикологических исследованиях // Экспериментальная водная токсикология. 1991. Вып. 15. С. 155-164. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 155 с.
3. Булгаков Н.Г. Контроль природной среды как совокупность методов биоиндикации, экологической диагностики и нормирования. Москва: ВИНТИ, 2003. 70 с.
4. Булуктаев А. А. Изменение солевого состава почв черных земель при нефтяном загрязнении. Москва: Просвещение, 2018. 195 с.
5. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга окружающей среду. Москва: Просвещение, 1993. 238 с.
6. Василенко В.Н., Назаров Н.М. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. 256 с.
7. Виноходов Д.О., Виноходов В.О. Инфузории в био-тестировании. *Colpoda steinii* как тест-организм. Санкт-Петербург, 1998. 87 с.
8. Воробьева Д. А., Нефедова В.И. Применение метода биотестирования для определения токсичности природных вод. Москва: ВНИЦ «Экология», 2002. 127 с.
9. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу. Москва: Академия, 2003. 256 с.
10. Головкин Э.А. О методах изучения биологической активности торфяных почв. Киев: Астролябия, 1971. 76 с.

- 11.ГОСТ ПНД ФТ 16.2:2.2-98. Методика определения токсичности почвы и донных осадков по хемотаксической реакции инфузорий. Москва, 1998. 12 с.
- 12.ГОСТ РД 52.18.344-93. Методика выполнения измерений интегрального уровня загрязнения почвы техногенных районов методом биотестирования. Москва: Стандартинформ, 1993. 24 с.
- 13.ГОСТ ФР.1.39.2001.00282. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Москва: Акварос, 2001. 51 с.
- 14.ГОСТ ФР.1.39.2001.00283. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Москва: Акварос, 2001. 47 с.
- 15.Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений. Киев: Наукова думка, 1973. 592 с.
16. Громов А.А., Щукин В.Б. Газоустойчивость растений. Оренбург, 2002. 55 с.
- 17.Донченко В.К. Актуальные проблемы изучения техногенного загрязнения окружающей среды. Москва: ОМЕГА-Л, 2007. 24 с.
- 18.Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Ленинград: Колос, 1986. 336 с.
19. Дьяченко Г.И. Мониторинг окружающей среды. Новосибирск, 2003. 146 с.
20. Жиров В.К., Голубева Е.И., Говорова А.Ф., Хаитбаев А.Х. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на Крайнем севере. Москва: Наука, 2007. 166 с.
- 21.Жмур Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России. Москва: Международный Дом Сотрудничества, 1997. 144 с.

22. Загрязнение атмосферы сернистыми соединениями и пути снижения антропогенных газовых выбросов / К.Б. Комиссаров, А.В. Тарасовский, Т.И. Комиссарова, А.С. Казарян. Самара.: СамГАПС, 2004. 41 с.
23. Изменение пигментного состава высших и хвойных растений на Самотлорском месторождении / Р.И. Шаяхметова, С.П. Мальгина, Т.М. Гут, А.Ю. Кулагин. Самара: Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2017. 396 с.
24. Ильина С. П. Морфологические изменения растений, используемые для биоиндикации загрязнения окружающей среды. Челябинск: ЧелГУ, 2001. 38 с.
25. Кокова В.Е. Непрерывное культивирование беспозвоночных. Новосибирск: Наука, 1982. 167 с.
26. Кондратьев В.Б. Автопром: Кризис и инновации. Москва: Акварос, 2014. 21 с.
27. Королев П.А. Конкурентные стратегии транснациональных корпораций Японии на мировом рынке автомобилей. Москва: Акварос, 2014. 26 с.
28. Кравченко И. В., Филимонова М. В., Шепелева Л. Ф. Биологическая аккумуляция тяжелых металлов пойменными видами растений в условиях антропогенной нагрузки. Москва: МГИМО, 2019. 135 с.
29. Критерии отнесения отходов к классам опасности для окружающей природной среды. Приказ МПР РФ от 15.06.2001 // Консультант-Плюс: справочно-правовая система. Режим доступа: локальная сеть ТюмГУ.
30. Куделин В.М., Тимошенко Г.А., Толстихина В.С. Токсикологическая оценка сточных и дренажных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Москва: ОМЕГА-Л, 2004. 76 с.
31. Лавренко Е.М. Полевая геоботаника. Москва, АН СССР, 1972. 552 с.
32. Лебедев С. И. Суточный ход фотосинтеза у светолюбивых растений. Роль зеленых растений в природе. Москва: Агропромиздат, 1988. 544 с.

33. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология. Москва: Высшая школа, 2001. 295 с.
34. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Экологические действия автомобильных двигателей. Москва: Просвещение, 2011. 198 с.
35. Мазилкина Е.И., Паничкина Г.Г. Управление конкурентоспособностью. Москва: ОМЕГА-Л, 2009. 328 с.
36. Мелехова Е.И., Егорова А.Е. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Москва: Академия, 2007. 288 с.
37. Модернизация России: проблемы и пути их решения: кол. монография / Нигматулин Р.И., Чуев, А.В., Абрамов М.Д. Москва: АНО «Экспертно-аналитический центр по модернизации и технологическому развитию экономики», 2012. 541 с.
38. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. Москва: Гаудеамус, 2007. 237 с.
39. Н.Л. Измайлова, О.А. Ляшенко, И.В. Антонов Биотестирование и биоиндикация состояния водных объектов Москва: Академия, 2007. 288 с.
40. Набе Ф. Б. Исследование загрязнения воздушной среды города Конакри выбросами автотранспортного комплекса. Москва: Академия, 2005. 42 с.
41. Нелина Н.И., Фалина Н.В. Особенности функционирования транснациональных корпораций в мировой экономике. Москва: Академия, 2015. 895 с.
42. Оказова З. П., Кусова Н. Х. Влияние загрязнения окружающей среды на состояние деревьев . Владикавказ: Известия Чеченского государственного педагогического института, 2019. 35 с.
43. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2004. 266 с.

44. Определитель растений Ханты-Мансийского автономного округа / И. М. Красноборова; И. М. Красноборов, Д. Н. Шауло, М. Н. и др. Новосибирск: Баско, 2006. 304 с.
45. Основные тенденции развития автомобильного рынка в 2015-2016 году [Электронный ресурс]. Москва. 2016. URL: <http://iupr.ru> (Дата обращения: 12.02.2021)
46. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем: Учеб. пособие. / Под ред. В.В. Куриленко. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2004. 448 с.
47. Попова Е.И. Влияние антропогенных факторов химической природы на морфобиологическую изменчивость *Plantago major L.* и *Plantago media L.* Белгород: Издательство БелГУ, 2011. 72 с.
48. Попова Е.И. Экологическое состояние лесных фитоценозов. Челябинск: ЧелГУ, 2001. 138 с.
49. Прохорова Н.В. Тяжелые металлы в почвах административных районов Самарской области. Самара: Самарское издание, 2002. 187 с.
50. Прохорова Н.В. Эколого-геохимическая роль автотранспорта в условиях городской среды. Самара: Самарское издание, 2005. 189 с.
51. Российская экономическая модель, сценарии будущего: коллективная монография / под общ. ред. А.И. Трубилина, В.И. Гайдука. – Краснодар: Просвещение- Юг, 2016.- 498 с.
52. Русак С. Н. Экологическая биохимия растений: химические и биохимические методы анализа / С. Н. Русак, И. В. Кравченко. Москва: Просвещение, 2012. 24 с.
53. Селивановская С.Ю., Латыпова В.З. Создание тест-системы для оценки токсичности многокомпонентных образований, размещаемых в природной среде. Краснодар: КубГАУ, 2004. 24 с.

54. Сердюкова, А. Ф., Барабанщиков Д.А. Влияние автотранспорта на окружающую среду, Москва: Академия, 2018. 47 с.
55. Самохвалова Е.К., Фалина Н.В. Экономические последствия вступления России в ВТО. Москва: Просвещение, 2016. 112 с.
56. Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. Москва: Наука, 1997. 240 с.
57. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы. Москва: Просвещение, 2011. 198 с.
58. Терехова В.А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. Москва: Наука, 2007. 215 с.
59. Трубилин А.И., Мельников А.Б., Фалина Н.В. Внешнеэкономическая деятельность предприятия. Краснодар: КубГАУ, 2011. 219 с.
60. Усков А.В. Накопление различных вредных веществ в осадках. Ленинград: Гидрометеиздат, 1982. 168 с.
61. Федорова А.И., Никольская А.Н. Автотранспорт – основной загрязнитель биосферы больших городов: практикум по экологии и охране окружающей среды. Москва: ВЛАДОС, 2001. 288 с.
62. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Москва: Наука, 2001. 304 с.
63. Формирование концепции продовольственной безопасности России / А.Б. Мельников, В.В. Сидоренко, И.В. Снимщикова, П.В. Михайлушкин. Москва: Академия, 2016. 236 с.
64. ФР.1.39.2006.02264. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв.
65. Фролов А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем. — Санкт-Петербург: Наука, 1998. 143 с.
66. Черемных Е.Г., Симбирева Е.И. Инфузории пробуют пищу. Москва: Просвещение, 2009. 31 с.

67. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского ун-та, 2002. 122 с.

Результаты прорастания кресс-салата на почве до обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть (шт)			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Почвы леса							
1	5	10	19	20	3,1	2,8	100
1	20	13	18	20	3,8	2	100
2	5	14	17	20	4,3	3,7	100
2	20	12	12	19	4	3,8	95
3	5	9	18	20	2,8	3,1	100
3	20	10	16	20	4,1	3,2	100
4	5	16	20	20	3,6	3,6	100
4	20	12	20	20	3,8	3	100
5	5	10	20	20	3,9	3,4	100
5	20	6	20	20	2,7	3,1	100

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Почвы М.Сперанского							
1	5	0	5	7	4,3	3,1	35
1	20	2	10	11	3,4	3,2	55
2	5	4	9	12	3,2	3	60
2	20	2	11	14	3,6	2	70
3	5	4	12	12	4,7	4,2	60
4	5	3	13	13	5	5,4	65
4	20	5	10	14	3,1	2,4	70
5	5	6	15	16	3	4,8	80
5	20	7	17	17	3,2	2,8	85

Результаты прорастания кресс-салата на почве до обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Ул. Черепанова							
1	5	0	15	15	3	2,7	75
1	20	5	13	13	3,6	3,5	65
2	5	9	10	12	4,3	4	60
2	20	10	20	20	4,6	4,3	100
3	5	16	14	16	5	4,6	80
3	20	16	16	16	3,3	2,6	80
4	5	4	13	15	4,3	3,8	75
4	20	12	20	20	3,2	2,6	100
5	5	6	15	15	3,4	3,1	75
5	20	10	18	18	3,1	2,6	90

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Ветеранов труда							
1	5	7	7	8	2,1	1,2	40
1	20	15	20	20	2,4	1,8	100
2	5	3	5	7	2,8	3,6	35
2	20	6	13	14	3,2	5,8	70
3	5	8	8	10	2,2	2,1	50
3	20	12	13	15	2,1	3,1	75
4	5	4	9	18	3,1	2,1	90
4	20	8	18	20	2,4	2,1	100
5	5	6	6	8	2,3	1,6	40
5	20	10	12	14	2,4	1,1	70

Результаты прорастания кресс-салата на почве до обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Щербакова		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
1	5	3	10	13	4,2	5,8	65
1	20	5	18	18	4	3,7	90
2	5	4	16	15	3,5	5,4	75
2	20	8	18	20	3,3	3,5	100
3	5	6	12	14	3,1	4,2	70
3	20	3	20	20	2,4	3	100
4	5	10	18	19	3	3,2	95
4	20	13	18	20	4,1	2,8	100
5	5	3	7	10	3,8	3,9	50
5	20	7	8	14	3,2	3,1	70

Результаты прорастания кресс-салата на почве до и после обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть (шт)			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Почвы леса							
1	5	5	13	20	3,2	2,8	100
1 (бо)	5	8	15	20	3,1	2,6	100
1	20	7	15	20	4,1	3	100
1 (бо)	20	10	14	20	3,6	3,1	100
2	5	6	17	19	3,8	2,1	95
2 (бо)	5	10	14	19	2,8	2	95
2	20	6	15	20	3,1	2,3	100
2 (бо)	20	12	18	20	3,2	2,4	100
3	5	7	16	20	3,9	2,6	100
3 (бо)	5	8	15	18	3,2	2,3	90
3	20	11	18	20	4,2	3,1	100
3 (бо)	20	12	16	20	3,1	3	100
4	5	5	10	15	2,6	2,1	75
4 (бо)	5	6	15	18	2,7	2,2	90
4	20	7	14	18	3,2	2,4	90
4 (бо)	20	7	14	19	3,4	2,1	95
5	5	10	16	20	2,6	2	100
5 (бо)	5	11	13	20	3,1	2,1	100
5	20	7	14	17	2,7	2,3	85
5 (бо)	20	8	15	20	2,8	2,4	100

Результаты прорастания кресс-салата на почве до и после обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть (шт)			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Почвы леса							
1	5	5	7	11	3,8	3	55
1 (бо)	5	2	5	8	3,1	2,6	40
1	20	5	9	17	3,2	3	85
1 (бо)	20	4	7	10	4,4	3,4	50
2	5	4	7	18	3,4	3,2	90
2 (бо)	5	3	6	12	4,1	3,7	60
2	20	7	11	20	2,6	2,4	100
2 (бо)	20	4	7	14	3,8	3,4	70
3	5	3	6	16	2,8	2,5	80
3 (бо)	5	3	5	15	4,2	4	75
3	20	9	10	17	2,9	2,7	85
3 (бо)	20	5	5	10	3,7	3,6	50
4	5	5	11	17	3,2	3,1	85
4 (бо)	5	4	6	12	3,8	3,7	60
4	20	7	9	17	2,8	2,4	85
4 (бо)	20	6	7	14	4,3	4,2	70
5	5	4	8	10	2,7	2,4	50
5 (бо)	5	5	6	12	3,7	3,2	60
5	20	8	7	16	2,9	2,8	80
5 (бо)	20	5	9	13	3,5	3,2	65

Результаты прорастания кресс-салата на почве до и после обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть (шт)			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Черепанова							
1	5	5	6	16	3,2	2,7	80
1 (бо)	5	2	6	10	3,8	3,5	50
1	20	9	13	19	2,4	2,1	95
1 (бо)	20	8	11	13	4,8	4,5	65
2	5	8	10	18	3,5	3,1	90
2 (бо)	5	6	11	13	3,6	3,5	65
2	20	5	17	20	2,8	2,4	100
2 (бо)	20	11	13	14	4,1	4	70
3	5	7	14	18	2,4	2,1	90
3 (бо)	5	7	12	12	3,1	2,6	60
3	20	14	16	20	3,1	3,4	100
3 (бо)	20	9	10	14	4,2	3,8	70
4	5	8	12	16	3,5	3,2	80
4 (бо)	5	7	11	13	3,4	3,2	65
4	20	10	12	19	3,3	3,1	95
4 (бо)	20	14	14	15	3,6	3,2	75
5	5	10	11	16	2,9	2,4	80
5 (бо)	5	5	13	15	4,8	4,3	75
5	20	6	13	18	3,4	3,2	90
5 (бо)	20	12	18	20	3,6	3,3	100

Результаты прорастания кресс-салата на почве до и после обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть (шт)			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Ветеранов труда							
1	5	6	12	18	2,5	2,1	90
1 (бо)	5	5	10	12	2,2	1,3	60
1	20	8	17	18	2,8	2,2	90
1 (бо)	20	11	15	15	2,5	1,8	75
2	5	7	10	19	2,3	2,1	95
2 (бо)	5	6	9	12	3,2	2,2	60
2	20	8	13	15	3,1	1,7	75
2 (бо)	20	6	9	18	2,7	2,5	90
3	5	5	8	20	2,7	1,8	100
3 (бо)	5	3	6	13	2,4	2,1	65
3	20	7	14	19	2,7	2,2	95
3 (бо)	20	12	15	14	2,8	2,3	70
4	5	5	8	16	2,5	2,1	80
4 (бо)	5	2	8	10	2,3	2,1	50
4	20	7	10	15	3,3	2,8	85
4 (бо)	20	1	8	12	2,6	2,4	60
5	5	5	8	14	2,8	2,4	70
5 (бо)	5	4	7	10	2,3	1,8	50
5	20	8	15	16	2,9	2,7	80
5 (бо)	20	8	12	13	2,1	1,8	65

Результаты прорастания кресс-салата на почве до и после обработки

Номер ямы	Глубина ямы (см)	Всхожесть (шт)			Ср.знач (см)		Энергия прорастания (%)
		3 день	7 день	10 день	Стебель	Корень	
Щербакова							
1	5	8	13	15			75
1 (бо)	5	4	10	12	3,6	3,2	60
1	20	10	14	20	3,1	2,6	100
1 (бо)	20	8	15	17	3,8	4,2	85
2	5	8	15	20	2,7	2,4	100
2 (бо)	5	4	10	16	3,5	3,6	80
2	20	6	15	20	3,1	1,7	100
2 (бо)	20	6	17	20	2,3	2,1	100
3	5	5	15	19	2,7	1,8	95
3 (бо)	5	5	11	14	3,4	3,1	70
3	20	10	14	18	2,8	2,5	90
3 (бо)	20	8	16	20	2,7	2,5	100
4	5	6	15	17	2,5	2,1	85
4 (бо)	5	10	14	15	3,5	3,6	75
4	20	8	15	20	3,3	2,8	100
4 (бо)	20	12	15	20	3,8	3,5	100
5	5	4	5	10	2,8	2,4	50
5 (бо)	5	5	7	10	3,4	3,1	50
5	20	3	5	11	2,9	2,7	55
5 (бо)	20	7	8	14	3,4	3,1	70

Хемотаксис и выживаемость инфузорий на вытяжках из почв

Лес	5 минут			10 минут			1 час			Выживаемость, % (сутки)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Повторность	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 (5 см)	4	3	2	6	7	7	8	7	10	100	100	100
1 (20 см)	8	6	3	11	13	12	6	13	18	100	100	100
2 (5 см)	7	4	5	10	15	11	12	7	9	100	100	100
2 (20 см)	9	12	11	8	7	12	15	12	5	100	100	100
3 (5 см)	4	3	3	10	12	13	5	6	4	100	95	100
3 (20 см)	3	7	8	12	11	8	11	12	10	100	100	100
4 (5 см)	2	5	2	6	4	5	9	10	7	100	100	100
4 (20 см)	4	5	2	12	15	12	6	8	6	95	100	100
5 (5 см)	7	4	3	8	10	4	10	11	8	100	100	100
5 (20 см)	10	4	5	8	7	8	12	13	7	100	100	100
Контроль	5	4	5	5	6	7	11	6	4	100	100	100

М. Сперанского	5 минут			10 минут			1 час			Выживаемость, % (сутки)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Повторность	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 (5 см)	3	5	4	5	4	4	7	6	7	95	90	100
1 (20 см)	2	4	2	6	7	5	8	10	8	90	95	100
2 (5 см)	4	3	2	7	8	5	3	6	8	90	100	95
2 (20 см)	2	7	4	10	8	6	4	10	12	100	100	100
3 (5 см)	5	4	2	8	9	10	11	7	8	95	85	100
3 (20 см)	4	3	2	8	9	12	12	16	11	100	100	100
4 (5 см)	4	5	1	7	9	10	12	9	8	85	90	90
4 (20 см)	7	5	4	8	7	10	11	6	12	100	100	100
5 (5 см)	3	1	1	10	12	8	18	8	7	95	100	100
5 (20 см)	2	4	5	8	13	6	12	11	13	100	100	100
Контроль	5	4	5	5	6	7	11	6	4	100	100	100

Хемотаксис и выживаемость инфузорий

Щербакова	5 минут			10 минут			1 час			Выживаемость, % (сутки)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Повторность	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 (5 см)	3	3	4	5	6	4	13	4	7	100	85	100
1 (20 см)	2	4	2	6	7	5	11	10	8	100	100	100
2 (5 см)	4	3	5	7	8	5	8	12	8	95	95	100
2 (20 см)	3	7	4	6	8	6	6	10	12	100	100	100
3 (5 см)	5	4	4	8	6	10	11	13	7	100	85	100
3 (20 см)	1	3	2	8	9	12	15	16	11	100	100	100
4 (5 см)	4	5	1	7	9	10	10	9	8	95	100	100
4 (20 см)	1	5	4	8	7	10	11	10	9	100	100	100
5 (5 см)	3	1	1	6	7	8	8	8	7	100	95	100
5 (20 см)	2	4	5	8	5	6	15	13	13	100	100	100
Контроль	5	4	5	5	6	7	11	6	4	100	100	100

Черепанова	5 минут			10 минут			1 час			Выживаемость, % (сутки)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Повторность	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 (5 см)	2	1	3	4	5	8	13	9	6	100	100	90
1 (20 см)	2	3	2	5	8	10	11	10	12	95	100	100
2 (5 см)	2	3	1	12	8	5	8	7	8	100	100	85
2 (20 см)	3	4	4	6	8	10	15	10	12	100	100	100
3 (5 см)	1	4	5	12	6	10	8	7	7	100	85	85
3 (20 см)	5	4	3	8	9	11	15	12	10	100	100	100
4 (5 см)	4	2	1	9	12	10	10	9	8	95	100	100
4 (20 см)	1	2	4	11	7	10	11	10	9	100	100	80
5 (5 см)	3	1	1	6	9	9	12	10	7	100	100	100
5 (20 см)	2	4	2	8	12	14	15	13	13	100	100	100
Контроль	5	4	5	5	6	7	11	6	4	100	100	100

Хемотаксис и выживаемость инфузорий

Ветеранов труда	5 минут			10 минут			1 час			Выживаемость, % (сутки)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Повторность	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 (5 см)	2	1	1	4	3	5	6	7	6	85	90	90
1 (20 см)	4	3	4	5	8	5	7	8	7	95	100	100
2 (5 см)	2	1	1	7	8	5	12	7	10	100	85	85
2 (20 см)	2	4	5	6	8	10	9	10	8	100	100	100
3 (5 см)	4	4	5	7	6	9	8	7	10	100	80	85
3 (20 см)	5	4	4	8	9	11	14	8	7	100	100	100
4 (5 см)	1	2	1	9	12	10	10	9	9	95	100	100
4 (20 см)	1	2	4	11	7	10	11	12	15	100	100	80
5 (5 см)	3	2	1	6	9	9	6	10	7	85	85	100
5 (20 см)	2	4	2	8	12	14	15	10	10	100	95	100
Контроль	5	4	5	5	6	7	11	6	4	100	100	100

Количество пигментов до и после обработки

В. Труда	1(5см)	1(20см)	2(5см)	2(20см)	3(5см)	3(20см)	4(5см)	4(20см)	5(5см)	5(20см)
Са	3,54	3,79	3,12	3,79	3,62	3,75	7,44	4,46	3,64	4,09
Са	6,99	4,41	3,38	3,27	3,13	3,30	5,28	4,61	5,34	5,39
Св	3,22	2,97	6,93	2,93	4,41	2,89	1,24	2,30	3,38	2,84
Св	4,68	11,15	14,82	12,74	7,72	9,81	3,55	21,18	13,03	14,29
Ск	3,85	3,81	3,57	3,75	3,68	3,74	4	3,85	4,12	4,09
Ск	6,90	9,21	10,91	8,76	7,93	8,65	9,28	14,29	11,82	9,65

М. Сперанского	1(5см)	1(20см)	2(5см)	2(20см)	3(5см)	3(20см)	4(5см)	4(20см)	5(5см)	5(20см)
Са	8,54	4,90	4,91	5,33	5,54	5,38	2,87	5,11	5,87	4,79
Са	11,42	13,12	14,57	11,20	12,54	12,18	17,08	14,52	17,29	12,11
Св	6,82	4,31	2,42	6,23	3,99	7,88	5,17	6,23	3,83	6,48
Св	10,35	4,55	1,98	3,12	2,25	1,84	3,81	5,31	4,79	7,49
Ск	8,65	6,02	3,68	4,92	4,45	4,87	4,47	4,56	4,30	4,96
Ск	5,31	3,21	2,24	3,07	2,39	2,52	3,09	3,26	3,62	4,36

Примечание:

Са – количество хлорофилла а

Св – количество хлорофилла б

Ск – количество каротиноидов

Са, Св, Ск – количество после обработки

Количество пигментов до и после обработки

Лес	1(5см)	1(20см)	2(5см)	2(20см)	3(5см)	3(20см)	4(5см)	4(20см)	5(5см)	5(20см)
Са	5,65	4,67	5,79	5,80	5,52	6,68	2,92	3,48	5,18	6,44
Са	3,83	6,24	4,97	3,13	3,93	4,19	4,99	4,21	4,63	3,84
Св	2,41	6,79	4,18	4,18	2,82	4,26	4,65	3,86	3,87	5,74
Св	12,87	6,09	4,85	2,95	4,27	5,18	4,35	2,65	3,12	6,22
Ск	4,28	4,95	4,95	5,20	4,99	5,29	5,09	4,25	4,71	3,31
Ск	8,33	7,97	6,98	5,92	4,70	5,64	6,88	4,43	5,93	7,35

Черепанова	1(5см)	1(20см)	2(5см)	2(20см)	3(5см)	3(20см)	4(5см)	4(20см)	5(5см)	5(20см)
Са	4,06	5,27	3,92	2,73	4,84	4,58	4,97	4,11	6,73	8,21
Са	9,68	9,03	3,97	3,53	4,15	4,72	2,90	5,11	8,15	7,47
Св	4,12	2,27	5,06	1,70	7,70	2,71	4,87	4,84	5,85	7,08
Св	3,53	2,93	3,61	6,72	7,08	5,76	3,76	7,82	8,35	8,65
Ск	7,43	4,86	4,92	2,93	5,64	4,65	4,59	5,35	9,36	4,89
Ск	8,77	8,61	4,03	4,71	5,42	8,77	6,17	6,61	9,11	8,26

Щербакова	1(5см)	1(20см)	2(5см)	2(20см)	3(5см)	3(20см)	4(5см)	4(20см)	5(5см)	5(20см)
Са	7,44	4,28	5,84	7,44	7,04	6,07	8,18	8,41	6,58	8,01
Са	4,97	10,12	10,26	8,17	5,65	6,83	8,22	10,97	6,76	8,11
Св	13,67	8,61	11,75	6,33	5,71	4,81	7,93	9,25	9,09	11,32
Св	4,80	11,16	9,23	7,92	4,48	5,81	6,82	9,12	7,94	9,60
Ск	10,35	5,99	8,11	9,69	7,12	5,69	6,29	7,37	6,72	7,37
Ск	5,04	8,43	8,88	9,52	5,23	8,31	10,17	10,48	5,99	10,95