



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

Влияние видового состава произрастающих растений на
микробиологическую активность урбозёмов
города Челябинска

Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование»
Направленность программы бакалавриата
«Природопользование»

Проверка на объем заимствований:

57,20 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«04» 06 2019 г.

зав. кафедрой Химии, экологии и МОХ
(название кафедры)

С Сутягин А.А.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-401/058-4-1

• Гладышева Мария Андреевна

Научный руководитель:

к.п.н., доцент

Лисун Лисун Наталья Михайловна

Челябинск
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1 ПРОИСХОЖДЕНИЕ И АНАЛИЗ СОСТАВА ПОЧВ Г. ЧЕЛЯБИНСК.....	6
1.1. Анализ урбозёмов г. Челябинск.....	6
1.2. Почва как среда обитания. Характеристика сообществ почвенной микробиоты.....	11
1.3. Влияние видового состава растений на микробиологическую активность.....	17
Выводы по первой главе.....	26
ГЛАВА 2 АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ....	27
2.1. Район исследования. Обоснование выбранных площадок.....	27
2.2. Методы изучения почв.....	30
2.3. Методы изучения микробиологической активности почв и общего микробного числа.....	32
Выводы по второй главе.....	36
ГЛАВА 3 АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА ПРОИЗРАСТАЮЩИХ РАСТЕНИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ УРБОЗЁМОВ Г. ЧЕЛЯБИНСК.....	37
3.1 Результаты проведенных измерений микробиологической активности урбозёмов г. Челябинск.....	37
3.2 Описание высшей растительности и её влияние на микробиологическую активность исследуемых урбозёмов.....	40
Выводы по третьей главе.....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	58

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивно развивающийся комплекс промышленных предприятий в городе Челябинск приводит к увеличению влияния на природную среду города. Среди основных загрязнителей, представляющих наибольшую опасность, можно выделить предприятия металлургической отрасли, топливно-энергетического комплекса, а также автотранспорт. Важнейшим поглотителем загрязнителей являются почвы.

В нашем исследовании рассматриваются такие типы городских почв как:

- урбозём, представляющий собой слой генетически самостоятельный поверхностно-преобразованный, антропогенно-созданный в результате градостроительных работ, путём смешивания, погребения, загрязнения твёрдыми отходами;
- культурозём, представляющий собой совокупность почв городских садов, старых парков, приусадебных участков, располагающихся на территории города[2].

Основным локальным загрязнителем почвенного покрова являются выбросы промышленных предприятий и транспорта (первичные источники), при этом, впоследствии, загрязнённая почва может воздействовать на приземный воздух, грунтовые и поверхностные воды, а также на корневые системы растений, выступая в качестве вторичного источника загрязнения компонентов окружающей среды.

Интенсивность процессов естественного самоочищения природных объектов зависит в первую очередь от природных условий региона. Это климатические и геологические условия, активность жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и видовой состав произрастающих растений.

Так же стоит отметить сложившиеся градостроительные условия. Следуя розе ветров, в городе преобладают ветра южного, юго-западного и северо-западного направления, но в силу сложного геологического строения и расположения многоэтажных высоток города, препятствующих естественному направлению воздушных масс, циркуляция воздуха происходит по куда более сложной схеме. А соответственно, нельзя категорично сделать вывод о решении вопроса состояния почвенного покрова в среде антропогенного воздействия без проведения агроэкологического мониторинга почв.

Необходимо изучить возможность почвы к саморегуляции, ее реабилитации, посредством влияния корневых выделений произрастающих растений на активность жизнедеятельности почвенного биоценоза. Решение этого вопроса может стать шагом к более широкому рассмотрению подхода рекультивации нарушенных земель, его объем, направление и методы.

В связи с вышесказанным, исследование состояния почв на фоне интенсивного развития промышленности в городе Челябинск являются актуальным. Почвенный покров требует большого внимания, так как он является на стадии деградации.

Проанализировав исследования прошлых лет, выяснилось, что объектами при изучении урбоземов являлось загрязнение тяжелыми металлами, отдельно рассматривалась микробиологическая активность и корневые выделения произрастающих растений.

Цель работы: выявить взаимосвязь живого почвенного покрова на микробиологическую активность.

Задачи:

1. Провести анализ литературных источников.
2. Провести полевое почвенное исследование.
3. Провести анализ основных микробиологических показателей урбозёмов.

4. Провести сравнительный анализ видовой растительности выбранных площадок.

5. Провести анализ влияния видовой растительности на почвенный микробиоценоз.

Объект исследования: урбозёмы города Челябинск

Предмет исследования: микробиологическая активность урбозёмов и влияние на нее произрастающих растений

Методы исследования:

1. Анализ литературных источников.
2. Метод полевого почвенного исследования.
3. Метод исследования микробиологической активности.
4. Метод глубинного метода количественного определения аэробных микроорганизмов.
5. Анализ видового состава растительности.

Научная новизна работы заключается в том, что подобные исследования не были обобщены для урбозёмов города Челябинска на современном этапе.

Практическая значимость: результаты данной работы могут быть использованы для разработки мероприятий по улучшению качества урбозёмов города Челябинска.

ГЛАВА 1 ПРОИСХОЖДЕНИЕ И АНАЛИЗ СОСТАВА ПОЧВ Г. ЧЕЛЯБИНСК

1.1 Анализ урбозёмов г. Челябинск

Многообразие городских почв и условий их формирования под модифицирующим воздействием техногенной среды обусловило выделение нового научного направления – антропогенного почвоведения, сформировавшегося на стыке классического почвоведения, урболандшафтоведения, экологии городов, градостроительного проектирования и других смежных дисциплин. Исследованиям городских почв (урбанозёмов) посвящены работы Строгановой М.Н., Добровольского Г.В., Герасимовой М. И., Прокофьевой Т.В. и др. Наряду с диагностикой и систематикой антропогенных почв, для нового междисциплинарного направления большую актуальность имеет проблема пространственной фиксации границ антропогенно-преобразованных почвенных контуров, которая реализуется картографическими методами с применением современных ГИС технологий и данных дистанционного зондирования.

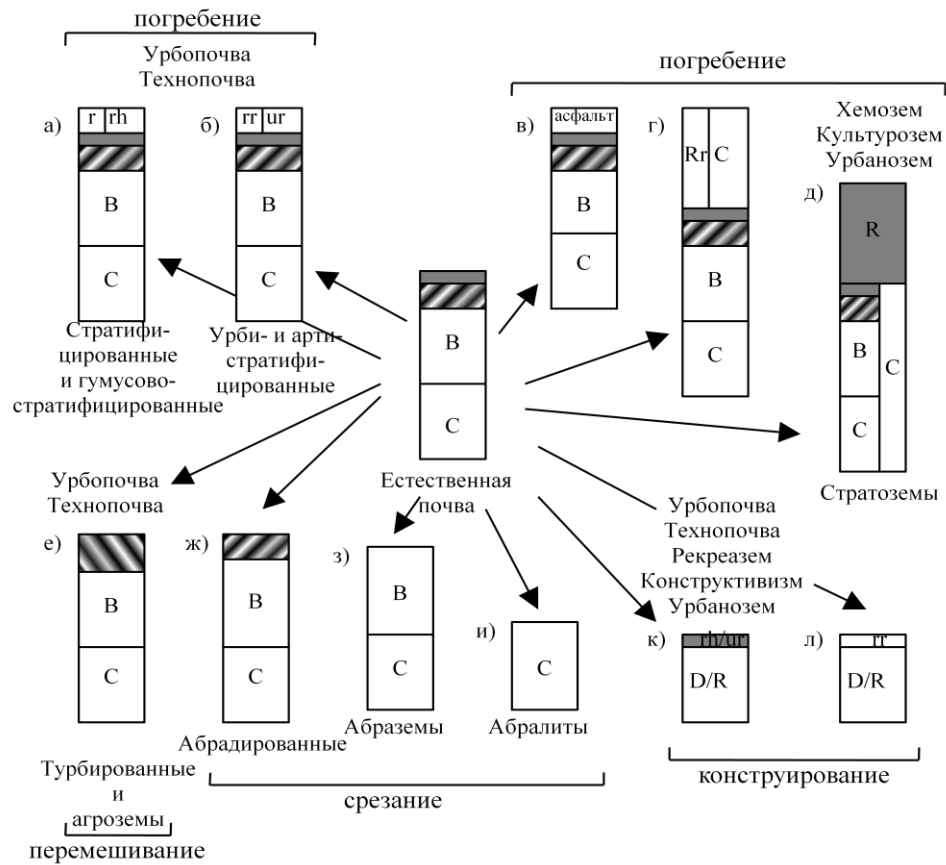
Интерес ученых к исследованию почв городов неуклонно возрастает вслед за увеличением площадей урбанизированных территорий. В настоящее время более 3/5 мирового населения проживает на урбанизированных территориях [2]. В России застроенные территории занимают 4.3 млн га, а число жителей в городах составляет около 70% (в Челябинской области городское население составляет около 82%). Неограниченная экспансия городов на окружающие земли неизбежно ведет к изменению глобального экологического потенциала почв. Сокращаются площади с активно-функционирующей поверхностью, занятой естественными и пахотными угодьями. Прогнозирование последствий урбанизации на глобальные изменения экологических функций почвенного покрова является безотлагательной задачей, стоящей

перед учеными почвоведомы, которую, в свою очередь, невозможно решить без определения места городских почв в современных классификационных системах [17].

Общепринятой классификации городских почв ни в России, ни в мире в настоящий момент не существует. Одной из причин этого является отсутствие единых подходов к номенклатуре и систематике почв городов. В официально принятой в России классификации почв, которая опубликована в 1977 г. (Классификация и диагностика почв России, 1977) и используется по настоящее время, почвы урбанизированных территорий не рассматриваются. В «Классификации и диагностике почв России» (КиДПР) (2004) (Рис. 1) антропогеннопреобразованным почвам уже уделено заметное внимание.

При строительстве наиболее часто происходит погребение почв, причем все типодиагностические горизонты исходных почв сохранены. При погребении естественного почвенного профиля слоем природного или искусственного материала небольшой мощности (до 40 см) образуются тела, которые классифицируются в КиДПР на уровне подтипа как гумусово-, арти-, урби-, токсистратифицированные почвы (Рис. 1 (а,б)) [2].

Так же в классификации КиДПР присутствуют почвы погребенные (Рис. 1(в,г,д)), перемешанные (Рис. 1(е)), срезанные (Рис. 1(ж,з,и)), конструированные (Рис. 1(к,л)), изучение микробиологической активности которых нас не заинтересовало, т. к. в основе исследования лежит содержание объема микробиоты именно в урбоземах.



	Гумусовый или органогенный горизонт
	Элювиальный горизонт
	Смесь гумусового или органогенного и элювиального горизонта
B	Средний горизонт
C	Почвообразующая порода
D	Подстилающая порода
R	Стратифицированный горизонт более 40 см
r	Природный материал мощностью 10-40 см с содержанием гумуса менее 1%
rh	Материал гумусового или органогенного горизонта
Ur	Органо-минеральный материал с урбоиндустриальными включениями
rr	Искусственный материал
Стратифицированные	Название почвы по "Классификации и диагностике почв России" 2004
Урбопочва	Название почвы по классификации городских почв

Рис. 1 Типы изменения почвенного профиля под прямым воздействием человеческой деятельности в системе КиДПР.

Вторая выбранная нами классификация включает в себя основные типы городских почв, дифференцированные по степени преобразования их хозяйственной деятельностью человека (таблица 1). Данные типы почв легко сопоставляются с функциональными зонами или ландшафтными единицами урбанизированной территории.

Таблица 1

Основные типы городских почв.

Тип почвы	Положение в ландшафте или функциональной зоне
Естественные и естественно-антропогенные поверхностно-преобразованные почвы	
Эрозёмы	Эродированные склоны оврагов и балок
Агрозёмы	Пахотные угодья пригородной зоны
Агролесоземы	Агролесомелиоратированные почвы под лесными насаждениями и в пригородной зоне
Антропогенные глубоко-преобразованные почвы (антропозёмы)	
Урбанозёмы (урбозёмы)	Селитебные территории (много- и малоэтажная застройка)
Экранозёмы	Запечатанные почвы под асфальтобетонным и другим дорожным покрытием, гаражи, автозаправки, крупные здания и сооружения
Культурозёмы (частично запечатанные)	Городские и ботанические сады, дачные массивы
Некрозёмы	Городские кладбища

Из этой классификации нам предоставляется наибольший интерес к таким типам почв как: Урбанозёмы (Урбозёмы) и Культурозёмы.

Урбозём непосредственно представляет собой слой генетически самостоятельный поверхностно-преобразованный, антропогенно-созданный в результате градостроительных работ, путём смешивания, погребения, загрязнения твёрдыми отходами (в первую очередь – строительными) [2]. Сформировался он на древнем культурном слое в процессе урбанизации города. Как правило, диагностический горизонт «урбик» – поверхностный органоминеральный насыпной, перемешанный горизонт, с урбоантропогенными включениями (не менее 10 % строительного-бытового мусора, промышленных отходов) [14]. Поэтому

целесообразно к урбоземам города отнести территории жилых массивов (много-, и малоэтажную, а также общественно-деловую застройки) и прилегающую к ним территорию.

Тип городских почв – культурозём представляет собой совокупность почв городских садов, старых парков, приусадебных участков располагающихся на территории города [2]. Данный тип почв характеризуется мощным гумусированным и перегнойно-компостного слоя (40-100 см). Особенностью рассматриваемого типа является высокие показатели плодородия. Эти показатели являются следствием низкой антропогенной нагрузки и присутствием важнейших физико-химических свойств, в том числе и постоянная работа микробиоты.

Естественными почвами города для надпойменных территорий террасы реки Миасс являются аллювиально-луговые выщелочные почвы [43]. Они имеют слабо развитый гумусовый слой с реакцией среды от нейтральной до щелочной и сильно-щелочной.

Культурозёмы садоводческих участков, расположенных в южной части города, обладают хорошо развитым гумусовым слоем с нейтральной реакцией почвенной среды. Естественный тип почв можно определить, как чернозёмы [43], которые обладают большей устойчивостью к воздействию тяжелых металлов, что является следствием их высокого уровня плодородия, относительно других типов почв.

По исследованиям Шакирхановой А.А. [43], урбозёмы в зоне влияния ЧЭЦЗ и ЧМК имеют следующие характеристики: луговые карбонатные легкосуглинистые загрязненные, деградированные. Они обладают мощным гумусовым слоем со средним содержанием гумуса, но по всему профилю реакция щелочная, что является следствием деградации почвы в результате техногенного воздействия и орошения загрязненной водой реки Миасс.

Согласно исследованиям 2003 г. Лисовой Д.А., Синявской В.А. экологического состояния почвы и урбанозёмов г. Челябинска, содержание

нитратного азота (N–NO₃) [20] и относительно потребности травянистых растений в азотном питании (20–25 мг/кг почвы) урбаноземы Тракторозаводского и Калининского районов имеют повышенную обеспеченность, Metallургического района – очень высокую, а Ленинского района – чрезмерно высокую, токсичную для микроорганизмов и многих растений.

В том числе обращаясь к статье Семенова А.И., Кокшарова А.В., Погодина Ю.И. «Содержание тяжелых металлов в почве г. Челябинска» 2015 г. [38], на основе которой получили выводы, что уровень загрязнения почвы тяжелыми металлами во всех районах г. Челябинска в санитарно-химическом отношении имеет допустимую категорию, но с некоторыми превышениями фоновых показателей. В основном по свинцу, по цинку и по ртути. Наиболее загрязненный район по нескольким показателям, по мнению исследователей, является Metallургический район. Но при этом отмечено, что во всех районах города отмечен наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений.

1.2 Почва как среда обитания. Характеристика сообществ почвенной микробиоты

В последнее десятилетие интерес в общей микробиологии переместился от изучения чистых культур микроорганизмов к новому объекту – микробному сообществу, а на первое место выдвинулись разделы природоведческой микробиологии, достижения которой должны способствовать решению проблем возобновления природных ресурсов [19]. При этом дарвиновская теория эволюции путем конкуренции видов сменилась новой теорией - эволюцией видов в составе сообществ, так же как появление жизни на Земле не единичных видов, а сообществ прокариот. В литературе при описании форм природных и искусственных

сообществ микроорганизмов используются различные термины: смешанные культуры, сообщество, ассоциации, консорциумы. Наиболее правомерными, на наш взгляд, являются термины ассоциации и сообщество. Латинское слово «*consorcium*» означает участие, то есть консорциум – взаимодействующая совокупность видов. По определению Заварзина Г.А. микробное сообщество – это совокупность взаимодействующих между собой организмов [26]. То есть, термины «сообщество» и «консорциум» по сути, являются синонимами. Взаимодействие между организмами, не предполагающее высоко специализированных, облигатных связей между партнерами, принадлежащих, в том числе, и к разным царствам (растения, животные, грибы, бактерии), и оказывающее положительное действие друг на друга в литературе определяется как ассоциативная система, ассоциация или ассоциативный симбиоз.

С течением времени в науке накапливаются новые факты, подтверждающие огромную роль микроорганизмов в процессах почвообразования. По мере развития наших знаний в этой области появляется все больше оснований для выделения почвенной микробиологии в один из важнейших разделов генетического почвоведения, основным содержанием которого должно быть изучение микробиологии почвенных процессов.

Численный состав микроскопических существ почв отличается большой динамичностью. Даже за относительно короткие промежутки времени число микроорганизмов в почве может значительно меняться. На поверхности почвенных частиц микроорганизмы располагаются небольшими микроколониями (по 20-100 клеток в каждой) [38]. Часто они развиваются в толще сгустков органического вещества, на живых и отмирающих корнях растений, в тонких капиллярах и внутри комочков. Это является следствием динамики температуры и влажности почвы, состояния растительного покрова и т.д. Почти во всех почвах наблюдается

большая или меньшая активация деятельности микроорганизмов весной. Очевидно, это связано с обогащением почв отмершей за осенне-зимний период растительностью и достаточным увлажнением.

Природные микроколонины микробов представляют собой размножающиеся в естественной среде популяции, т. е. совокупности родственных между собой организмов (клеток) одного вида, длительное время расположенных на ограниченном участке природного субстрата. Их развитие начинается с формирования небольших групп клеток. Эти агрегаты клеток расселены не хаотично, они соединены в организованные группы, такие как розетки, спирали и т.д., образуя первичные микроколонины. Со временем эти первичные микроколонины, расположенные рядом либо разрастающиеся и образующие новые микроскопления, приводят к образованию популяционных колоний, заселяющих в отдельных местах почвенные гранулы.

Прослеживается закономерность, что северные зоны более бедны микроорганизмами, чем южные. В том числе в почвах южной зоны спорообразующих микроорганизмов и актиномицетов значительно больше, чем в северных. Это объясняется тем, что бациллы и актиномицеты размножаются на более поздних этапах разложения растительных остатков, кроме того, южные почвы не имеют кислую реакцию, что благоприятно сказывается на актиномицетах. Так же в южных почвах по сравнению с северными относительное число грибов уменьшается. Окультуренные почвы всех зон богаче микроорганизмами, чем целинные [40].

По мере углубления в почву значительно меняется и характер микрофлоры. В более глубоких слоях относительно больше бацилл и актиномицетов. Это особенно заметно в черноземах и сероземах.

Процессы жизнедеятельности почвенных микроорганизмов состоят из фаз различной длительности.

Одни фазы длятся дольше (разложение значительных масс органического вещества), другие в свою очередь имеют сезонный характер (растительный опад осенью). Рядом соседствующие микроочаги могут развиваться в противоположных направлениях (обеднение и обогащение очага), что ведет к проявлению мозаичности. Поэтому почва всегда оказывается насыщенной разного рода микроорганизмами (находящимися, как правило, в состоянии покоя), готовыми к ответу (росту, использованию субстрата) при попадании в почву источников пищи и энергии. Исследования последних лет, проведенные с применением прямых методов учета микроорганизмов в световом и электронном микроскопах, позволили уточнить количество микроорганизмов в почвах и рассчитать их биомассу. Как оказалось, в 1 см^3 сравнительно небогатой дерново-подзолистой почвы может содержаться до 20 млрд. клеток. Это составляет около 1% от веса самой почвы. В 30-сантиметровом слое на площади 1 га в почвах разных типов содержится от 1,5 - 2 до 15 - 40 т биомассы. Живой массой микробов с площади 1 га можно загрузить целую колонну большегрузных автомашин.

По имеющимся в распоряжении ученых данным, биомасса всех обитающих на суше нашей планеты живых существ составляет от 10^{-12} до 10^{-13} т (поверхность суши равна $51 \cdot 10^9$ га), в том числе:

1. Суммарная биомасса животных организмов (сухой остаток) – $0,55 \cdot 10^9$ т;
2. Суммарная биомасса растений (сухой остаток) – $55 \cdot 10^9$ т;
3. Суммарная биомасса микроорганизмов (сухой остаток):
 - тундровые и пустынные почвы – $3,06 \cdot 10^9$ т;
 - другие почвы – $71,4 \cdot 10^9$ т.
4. Биомасса простейших животных и почвенных водорослей (сухой остаток) – $1,5 \cdot 10^9$ т.

По этим данным можно сделать вывод, что суммарная биомасса животных и высших растений, обитающих на суше, составляет около

$56 \cdot 10^9$ т. Однако, суммарная биомасса микроорганизмов, простейших и водорослей равна $76 \cdot 10^9$ т [40]. В связи с этим становится очевидным, что биомасса существ, составляющих мир микробов, равна биомассе всех остальных обитателей суши и, возможно, превышает ее. Что показывает огромное влияние, оказываемое на природную среду микроорганизмами.

Микроорганизмы почвы очень многочисленны и разнообразные. Среди них имеются бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы и водоросли, простейшие и близкие к этим группам живые существа.

Бактерии

В составе сапротрофной микрофлоры богато представлены бактерии, особенно неспорообразующие формы. В почвах севера, где более медленно идет минерализация, богато представлены гнилостные бактерии *Pseudomonas fluorescens* [35], являющиеся пионерами освоения органических растительных остатков. В южных почвах найти их в достаточном количестве можно только лишь в течение короткого времени после внесения растительных остатков. В большом числе в почвах южной зоны встречаются представители рода *Arthrobacter*, характерные для более поздних стадий распада органического вещества и предпочитающие нейтральную среду.

Бактерии рода *Clostridium pasteurianum* в больших количествах встречаются только в северных почвах, в почвах южной зоны доминируют *Clostridium acetobutylicum*. При окультуривании почв состав почвенной микрофлоры, в том числе бацилл и клостридий, существенно меняется, появляются спорообразующие бактерии, свойственные более южной зоне [35].

Грибы

Северные почвы, имеющие кислую реакцию среды, наиболее богаты грибами. В южной зоне родовой и видовой состав почвенных микроскопических грибов более разнообразен, чем в северных. В первых доминируют представители рода *Aspergillus*, а во-вторых – *Penicillium* [40].

Северные почвы беднее, чем южные, грибами рода *Fusarium*, которые особенно обильно размножаются в каштановых почвах и сероземах. Некоторые виды, например *Fusarium sambicinum*, свойственны только щелочным почвам. Мукоровыми грибами богаты почвы северных районов, однако некоторые рода (*Choanephora*, *Cunninghamella*, *Rhizopus*) приурочены к южным почвам.

Целлюлозоразрушающие микроорганизмы

Большая часть растительных остатков состоит из целлюлозы. Изучение микроорганизмов, разрушающих ее, показало, что их состав существенно меняется в разных почвах. В северных почвах (тундра) этот процесс связан с деятельностью некоторых медленно растущих грибов, главным образом относящихся к родам *Dematium* и *Penicillium*. В зоне тайги в составе данной группы появляются микобактерии и виды рода *Cellvibrio*. В южных почвах грибы в значительной мере вытесняются выше указанными видами бактерий и бактериями рода *Cytophaga*. В заметных количествах здесь появляются грибы рода *Chaetomium* [35].

Актиномицеты

Типичные формы актиномицетов, относящиеся к аэробам и образующие мицелий, широко распространены в почве. Как и бациллы, стрептомицеты бедно представлены в северных почвах, но в южных их численность резко возрастает. Слабый рост актиномицетов в почвах севера может быть объяснен как замедленным темпом разложения здесь органического вещества, так и слабой толерантностью организмов к почвенной кислотности.

Смена состава актиномицетов в разных почвах хорошо выявляется на примере пигментированных культур. Они гораздо больше распространены в почвах, формирующихся в условиях теплого климата. Виды рода *Actinomadura* широко распространены повсеместно, но их видовое разнообразие значительно богаче в южных почвах [26].

1.3 Влияние видового состава растений на микробиологическую активность

Процесс переработки растительных остатков происходит при самом тесном взаимодействии разнообразных микроорганизмов и почвенных животных. При этом определенную роль играют несомненно и ферменты самих разлагающихся тканей, обуславливающие автолитический распад их компонентов [16].

Взаимоотношения между микроорганизмами и почвенными животными при разложении опада и доля участия тех и других в процессе деструкции зависят от химического состава растительных остатков и условий процесса. Роль животных состоит, прежде всего, в измельчении растительного материала, благодаря которому заметно увеличивается его поверхность и он становится более доступным для использования микроорганизмами.

Наличие в грунтовых экосистемах самых разнообразных групп микроорганизмов, которые отличаются биологической и биохимической специфичностью, приводит огромное их значение в процессах, происходящих в почве. Количественный состав и соотношение отдельных представителей в микробном ценозе почвы значительно зависит от способа обработки почвы, поступления в почву растительных остатков, которые в первую очередь трансформируются под влиянием неспоровых бактерий и микроскопических грибов, а на поздних стадиях этого процесса – бацилл и актиномицетов. Микроорганизмы, «питающихся различными органическими веществами и активность которых связана с поступлением этих веществ в почву» Виноградский С.М. назвал зимогенной микрофлорой, тогда как микроорганизмы, разлагающие гумусовые соединения, он отнес к автохтонной микрофлоры [40].

Значительное влияние на распространение в почве тех или иных групп микроорганизмов вызывают корневые выделения растений.

Согласно имеющимся данным корневые выделения составляют около 20% от общего количества продуктов фотосинтеза растений. В состав корневых выделений входят углеводы, органические кислоты, аминокислоты, пептиды, алкалоиды, гликозиды, витамины, вещества фенольной природы и т.п. [41]. Среди органических кислот определено яблочную, янтарную, винную, лимонную, фумаровую, щавелевую и другие кислоты [3].

Показано, что состав корневых экзометаболитов зависит от условий и стадии развития растений. Так, в составе выделений двухсуточных ростков семян томатов преимущественно определялась щавелевая кислота, содержание которой достигало 296 нг в расчете на семя, что составляло 48,9% от общего количества исследуемых органических кислот. В меньших количествах определялись пировиноградная (18,6%), кетоглутаровая (17,3%) и молочная (12,7%) кислоты. После 4 суток проращивания семян в составе экзометаболитов преобладала лимонная кислота, которая вообще не оказывалась после двухсуточного проращивания семян, ее содержание достигало 2060 нг на 1 семечко, что составляло 53,7% от общего количества органических кислот в этих выделениях. Содержание щавелевой, молочной и пировиноградной кислот достигало соответственно 16,6%, 12,3% и 7,6%. В выделениях 14-суточных ростков содержание лимонной кислоты достигало 13630 нг на растение и составил 55% от общего количества органических кислот. Доля щавелевой, яблочной и молочной кислот составляла соответственно 5,7%, 15,3% и 10,0% от общего количества органических кислот [43].

Различия в количественном и качественном составе корневых выделений и в трофических потребностях микроорганизмов вызывают значительное влияние на рост в зоне корня представителей микрофлоры разных таксономических групп, а также их антагонистическую активность. Так, при наличии в среде глюкозы *Pseudomonas chlororaphis* SPB 1217 характеризовался антифунгальной активностью к грибам *Fuzarium*

oxisporum. Зона подавления роста грибов достигала 13 мм. Однако, во время культивирования при тех же условиях другого вида этих бактерий, антифунгальной активности не обнаружено. В среде с целобиозой, наоборот, зона подавления роста гриба бактериями *P. Fluorescens* SPB 2137 становила 30 мм, а *P. Chlororaphis* SPB 1217 -12 мм [43].

Корневые выделения является пищевым субстратом для других компонентов биоценоза почвы, в первую очередь, микроорганизмам, которые интенсивно размножаются в корневой зоне растений, особенно в той части, которая непосредственно прилегает к поверхности корней в радиусе от него не более 2 мм-ризосфере.

Ризосфера растений является динамичной средой, в которой действует много факторов, которые определяют структуру и состав микробных сообществ, колонизируют ризосферу и ризоплану растений [19]. Исследования структуры и состава этих группировок является фундаментальной задачей для понимания того, как влияют на биологические процессы почвы факторы окружающей среды и практика растениеводства.

Известно, что состав микрофлоры ризосферы различных растений существенно отличается. К тому же, эти различия являются существенными, если сравнить микробные ценозы объема почвы и ризосферы. Кроме того, микрофлора поверхности корня (ризоплана) в определенной степени также отличается от микробного ценоза ризосферы. В ризоплане преобладают грамотрицательные бактерии. Непосредственно на корнях растений оказывается меньшее количество микроорганизмов, чем в прикорневой зоне.

Это может быть обусловлено тем, что корни выделяют не только питательные для микроорганизмов вещества, но и продуцируют фитонциды, которые ингибируют развитие микроорганизмов в ризоплане.

В зоне молодых корней размножаются преимущественно неспоровые бактерии и микроскопические грибы, тогда как бациллы распространены

слабо, так как эти бактерии плохо потребляют простые органические соединения, которые выделяются в таких зонах корня [34].

Микрофлора ризосферы изменяется в зависимости от вида и стадии развития растений. Показано, что среди культурабельных бактерий ризосферы сахарной свеклы около 9% составляли представители рода *Microbacterium*. В ризосфере кукурузы доминировали бактерии родов *Pseudomonas* и *Enterobacter*. Среди микроорганизмов, которые способны растворять минеральные фосфаты, наиболее широко были представлены рода *Penicillium* и *Streptomyces*. В неризосферной почве доминировали бактерии рода *Bacillus*.

Однако, было показано, что бактериальное разнообразие, как правило, ниже в ризосфере, чем в общем объеме почвы. Методами молекулярной биологии при анализе увлажненных образцов грунта было установлено, что в слое почвы, который не содержит кислорода, доминирующими видами бактерий были представители родов *Bacillus* и *Clostridium*, тогда как в слое почвы, насыщенной кислородом, доминировали представители протеобактерий [12].

Основным геохимическим циклом почвы является обращение углерода, составляющими которого являются синтез фототрофными организмами органического вещества из углекислого газа и его трансформация в простые соединения. Под влиянием внесения растительных остатков в почву наблюдается вспышка количества различных групп микроорганизмов и повышения их биохимической активности [12]. Наиболее распространенной углеродсодержащее соединение в природе является целлюлоза [7].

Ее содержание в сухой массе растений составляет от 40 до 70%. В естественных условиях трансформация целлюлозы осуществляется при участии групп микроорганизмов. Значительная роль в этом процессе принадлежит грибам, в том числе сапротрофным представителям родов

Trichoderma, *Chaetomium*, *Dicoccum*, *Stachybotrys*, *Penicillium* и *Aspergillus*, а также незаконченным грибам *Alternaria* и *Fumago* [12].

В одной молекуле целлюлозы содержится до 14 тыс. молекул В – D глюкозы. Кроме того, в ходе деструкции целлюлозных остатков в почве образуются разнообразные соединения: органические кислоты, альдегиды, аминокислоты, спирты и другие биологически активные вещества [9]. Вещества, образующиеся при разложения растительных материалов, потребляемых другими представителями биоценоза почвы.

После внесения растительных материалов в почву содержание в ней объема целлюлозоразрушающих микроорганизмов росло от нескольких десятков тысяч до десятков миллионов на 1 г сырого вещества.

Доминирующими были микроскопические грибы и бактерии. Соотношение различных родов и видов целлюлозоразрушителей микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, грибов) в почвах зависит от многих факторов: типа почвы, характера растительности, климатических условий и т.д. В целинных и слабоокультуренных почвах микроскопическим грибам принадлежит доминирующая роль в трансформации целлюлозы. Кроме того, среди грибов-гифомицетов широко распространены в почвах хищные виды, которые также играют важную роль в обращении углерода, азота и других важных элементов, трансформируя значительную массу почвенных нематод. Они обладают уникальной способностью образовывать на мицелии различные ловчие органы для захвата нематод [3]. Поэтому в последние годы исследуется возможность использования хищных грибов в борьбе с фитопаразитичными нематодами.

Микроорганизмы почвы способны выделять вещества, стимулирующие рост и развитие фитобионтов. Синтез ими в корневой зоне витаминов (тиамина, витамина В₁₂, пиридоксина, рибофлавину, пантотеновой кислоты и др.), а также фитогормонов (гиббереллины, гетероауксина и других) положительно влияет на развитие растений.

Кроме того, микроорганизмы могут быть источником накопления в почве токсичных веществ. Ведущая роль в этом принадлежит представителям родов *Bacillus* и *Pseudomonas*. Наиболее заметное фитотоксичное влияние вызывали *B. amilosina*, *B. brevis* и *Pseudomonas fluorescens* и некоторые другие [26]. Главным фактором, определяющим возможность синтеза фитотоксичных веществ, является внесение в почву растительных остатков или некоторых углеводов.

Купревич В.Ф. исследовал корневые выделения у 23 видов растений, принадлежащих к 16 семействам: овса, пшеницы, ячменя, вики, клевера, льна, кипрея, вереска, ромашки, одуванчика, горца, щавеля, крапивы, дуба, березы, тополя, ивы, сосны, ели, орляка и др. Были обнаружены разные ферменты: каталаза, тирозиназа, фенолаза, аспарагиназа, уреазы, инвертаза, амилаза, целлюлаза, протеаза и липаза. Количества выделяемых ферментов и их активность у разных видов растений не одинаковы. Например, активность амилазы выражалась показателями от 1 до 4, т.е. от слабо-заметного действия до полной переработки субстрата. Липаза обнаруживалась в виде следов и только у 4 видов растений (одуванчика, недотроги, крапивы и сосны) [43].

Корневые системы растений не только выделяют в корнеобитаемую среду органические соединения, но и активно влияют на интенсивность биохимических процессов в ней.

Так же они оказывают активное влияние на состав и свойства корнеобитаемого слоя почвы. Это влияние связано с прямым физическим воздействием на корнеобитаемый субстрат – канализирующее воздействие, прямым химическим воздействием, обусловленным поглощением и выделением различных соединений, опосредованное через стимуляцию микробиологической активности корневыми выделениями и изменение свойств через биохимическое, а именно ферментативное воздействие.

Данные о биологической и биохимической активности позволяют оценить направленность и интенсивность процессов в почве, что более ценно как диагностический признак, так как появляется возможность прогнозирования.

Выделительная функция растений, включая корневые выделения, характеризует физиологическое состояние растений и является его нормальной функцией. Состав и интенсивность корневых выделений определяется видовой и сортовой спецификой растений, их фазой развития, составом и свойствами корнеобитаемой среды, а так же зависит от различных внешних воздействий на растения, влияющих на его физиологию. Динамика выделительной функции имеет те же общебиологические особенности, что и другие свойства растительных организмов, т.е. проявляет временные зависимости, активацию или угнетение в различные фазы развития, отклик в форме изменчивости или устойчивости на воздействие и др. [43].

Имеющиеся исследования показывают, что корни выделяют заметные количества органических веществ, влияющих на общий объём почвенной микробиоты.

Давно отмечено, что каждое дерево изменяет вокруг себя параметры среды, создавая особое фитогенное поле. Одним из важнейших средообразующих факторов, влияющих на формирование фитогенного поля, является аллелопатическое воздействие.

Аллелопатия (от греч. *allelon* – взаимно и *pathos* – страдание) – это влияние растений друг на друга в результате выделения ими различных веществ [22]. Изучению роли растительных выделений во взаимодействии растений в сообществах посвящено множество работ, где рассмотрены химический состав растительных выделений, физико-химический механизм их образования и действия, установлены проявления аллелопатии в сообществах.

Основа аллелопатии – выделение растениями в среду минеральных и органических веществ, которые можно разделить на газообразные (летучие) и жидкие (водорастворимые). По источникам выделений можно разделить их на прижизненные: листовые, корневые и стеблевые выделения, выделения плодов, цветков и семян, а так же образующиеся после разложения отмерших органов и поступающие в почву в виде опада [21].

Отдельные виды растений принимают разную долю участия в создании аллелопатического режима. Возможно, основная роль принадлежит растениям-эдификаторам и доминантам, преобладающим по фитомассе. Это применимо к лесным фитоценозам, и в какой-то степени – к городским зеленым насаждениям.

Напряженность аллелопатического режима – степень влияния аллелопатического фактора на растения в фитоценозе. Она может быть охарактеризована количественным и качественным составом аллелопатически активных веществ в среде сообщества и их эффективностью влияния на растения.

Следует отметить, что характер воздействия аллелопатически активных веществ носит специфический характер. При изучении влияния выделений одного растения на различные виды отмечено угнетение одних, и наоборот, стимуляция других видов [6].

В настоящее время чёткого, обоснованного представления об экологической роли растительных выделений в формировании и развитии фитоценозов пока нет. Это объясняется тем, что многие опыты проведены в условиях, сильно отличающихся от естественных, опыты моделируются при участии двух растений, тогда как в естественных условиях взаимодействует множество растений. Результаты опытов различных исследователей противоречивы. Во многих случаях изучается лишь один вид влияния: через опад, корневые выделения, выделения листьев, плоды, пр., но комплексные исследования проводятся реже. Мало изучено значение аллелопатических влияний в сообществах, немного данных о

зависимости аллелопатии от абиотических факторов, её роли в формировании состава, структуры и сложения фитоценозов, сукцессии.

Аллелопатия осуществляется посредством прижизненного обмена корневыми выделениями в почве, листовыми (летучие эфирные масла) - в окружающем воздухе и путём накопления в почве токсинов, образующихся при перегнивании остатков корней и опада листьев. Наибольшей аллелопатичной активностью обладают фенольные соединения, содержащиеся в листьях многих растений и освобождающиеся в результате разложения опада. Они вызывают так называемое «почвоутомление» (разлагающиеся листья каштана, ореха, хвоя сосны и ели и др.) [11].

Некоторые растения (ясень, лох) обладают очень высокой аллелопатичной активностью, поэтому не образуют одновидовых насаждений. Растения с высокой аллелопатичной активностью (дуб, бук, многие хвойные) создают вокруг себя защитные зоны. У этих растений происходит угнетение собственного подроста из-за накопления токсичных веществ, в результате чего вид вытесняет сам себя.

Аллелопатическое воздействие усиливается с возрастом дерева. Аллелопатические вещества постепенно накапливаются в почве и через нее оказывают влияние на произрастающие в подкроновом пространстве травянистые растения. Они способны подавлять рост и развитие одних видов, и не оказывают заметного влияния, либо оказывают стимулирующий эффект на другие растения, имеющие по отношению к ним низкую аллелопатическую чувствительность [18].

В результате длительного совместного произрастания деревьев и травянистых растений, у последних вырабатывается устойчивость к выделениям древесных видов. Такие растения создают в подкроновом пространстве деревьев хорошо развитый, густой травостой. Виды, чувствительные к аллелопатическим выделениям дерева, постепенно вытесняются из его подкронового пространства.

Выводы по первой главе

Проведя анализ литературных источников, мы пришли к выводу, что почвы города Челябинска можно отнести к таким типам почв как культурозёмы и урбозёмы. С большей антропогенной нагрузкой на последние.

Почва представлена достаточно богатой фауной. Численный состав микроскопических существ почв отличается большой динамичностью по горизонтам и уровням организации (бактерии, грибы, целлюлозо-разрушающие микроорганизмы, актиномицеты).

Значительное влияние растений на почвенную микробиоту характеризуется корневыми выделениями, которые могут, как способствовать развитию и росту тех или иных микроорганизмов, так и угнетать их. Нельзя не учитывать аллелопатическое влияние растений, которое в свою очередь оказывает воздействие не только на окружающую растительность, но и на микробиоту [22].

ГЛАВА 2 АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Район исследования. Обоснование выбранных площадок.

Негативное антропогенное воздействие на почву проявляется в ее деградации, а иной раз и полном её разрушении. Как известно, эти процессы могут быть, как в результате природных явлений, так и в результате нерациональной хозяйственной деятельности человека.

Примерами прямого, и наиболее заметного антропогенного влияния в первую очередь являются:

- загрязнение бытовым и строительным мусором;
- постоянное рыхление и перемешивание разных горизонтов приводит к дегумификации почв;
- промышленное загрязнение почв – результат осаждения паров, аэрозолей, пыли или растворенных соединений поллютантов на поверхность почвы с атмосферными осадками или же переносом с воздушными массами с ближайших промышленных зон.

Так же не маловажным антропогенным влиянием считается уплотнение, а именно вытаптывание почвогрунта, которое нарушает физические свойства почв [29]. Например, количественное изменение поступления кислорода, влагооборот, изменение пористости и пр.

В ходе исследования были выбраны 6 площадок с разным уровнем антропогенной нагрузки, а именно в зависимости от удаленности от автодорожного полотна и промышленных зон, степени уплотнения, вноса органических удобрений (Приложение 1). Нумерация площадок соответствует номерам точек и проведенным опытам.

Точка № 1 (Приложение 2, рис.4). Проба, взятая с этой площадки, относится к урбозёмам селитебных территорий, так как естественные почвы были неоднократно подвержены перемешиванию и погребению вследствие строительных работ в середине 20 века.

Пробы были взяты на территории собаководства, в промышленной зоне, которую огораживают ул. Новомеханическая и автодорога Меридиан.

Выявлено сильное антропогенное влияние. Вытаптывание, загрязнение выхлопом от автомобилей, вибрации от железнодорожного транспорта (поезда), так же стоит учесть влияние многочисленных цехов промышленной зоны – это лакокрасочный завод, автогенный завод (производство сухого льда и других химических реагентов), ТЭЦ-4 (Теплоэлектроцентраль) и др.

Точка № 2 (Приложение 2, рис.5). Почвы этой зоны относятся к пойменно-аллювиальным антропогенно-трансформированным культурозёмам. Только последние 70 лет остров Заячий считается парком. Изначально был естественным островом на реке Миасс с аллювиально-луговыми почвами, которые были трансформированы ввиду строительства Челябинской ГРЭС, а также вследствие работы электростанции урбозём аккумулировал выбросы углерода (станция длительное время работала на низкокачественном буром угле) [10].

Отбор пробы был произведен в Калининском районе города Челябинска, между микрорайонами Теплотехнического института и ЧГРЭС (Челябинская Государственной Районной Электростанций). Остров Заячий река Миасс. Пробы были взяты в самом центре.

Помимо окружающей промышленной зоны, в настоящее время остров используется, как спортплощадка Челябинского Энергетического Колледжа, а так же является местом рекреации жителей ближайших домов. И как следствие, мы пронаблюдали вытаптывание почвогрунта вне

организованных дорожек, и выброс бытового мусора вне санкционированных мусорок.

Точка № 3 (Приложение 2, рис.6). Проба, взятая с этой площадки, относится к подкисленным антропогенно-трансформированным культурозёмам. Естественные почвы этой зоны относятся к чернозёмам [44], но так как горизонты садовых участков подвержены перемешиванию, изменению реакции почвы посредством вноса удобрений, в том числе высаживание не характерных для данной территории растений, в нашем исследовании мы относим их к культурозёмам.

Площадка находится на дачном участке в садовом некоммерческом товариществе Локомотив 1, Советский район. Антропогенным влиянием, по большей мере, является внос удобрений, а так же рыхление верхних горизонтов. Пробы были взяты под сибирским кедром (лат. *Pinus sibirica*).

Точка № 4 (Приложение 2, рис.7). Проба, взятая с этой площадки, относится к урбоземам селитебных территорий. Рассматривая почвы парка Никольская роща, учитывая тот факт, что раньше роща занимала, в том числе и площадь исследуемой территории, можно сделать вывод, что естественным почвами являются дерново-подзолистыми.

Площадка, на которой отбирались пробы, находится по ул. Бажова, на территории естественно-технологического факультета ЮУрГГПУ. Пробы были взяты вдоль дороги, между тополей (лат. *Populus*). Антропогенная нагрузка – выхлопы от автотранспорта, смеси антигололедных реагентов, которые весной разносятся ветром, а так же мусор, попадание которого невозможно контролировать постоянно оператору механизированной уборки территории факультета.

Точка № 5 (Приложение 2, рис.8). Проба, взятая с этой площадки, относится к антропогенно-трансформированным культурозёмам. Находится непосредственно возле теплицы естественно-технологического факультета, на месте прежнего расположения Никольской рощи, а значит, естественные почвы так же являются дерново-подзолистыми. Главное

антропогенное воздействие – внесение удобрений, рыхление и перемешивание горизонтов. Поэтому мы определили её, как культурозём.

Точка №6 (Приложение 2, рис.9). Проба, взятая с этой площадки, относится к урбозёмам селитебных территорий. Но обладают мощным гумусовым слоем, и их естественная природа определяется, как луговые карбонатные.

Находится в зоне влияния ЧМК, на пересечении улиц Metallургов шоссе, 50-летия ВЛКСМ и улицы Жукова. Для этого участка характерен высокий уровень загрязнения тяжёлыми металлами. В том числе антропогенным влиянием являются: выхлопы от автотранспорта, смеси антигололедных реагентов, вибрации от железнодорожного транспорта (трамваи), а так же твёрдый бытовой мусор, неконтролируемо выбрасываемый прохожими и пассажирами автотранспорта.

2.2 Методы изучения почв

Методика непосредственного изучения почв основана почти целиком на выяснении морфологических признаков почв.

Исследование почв производится главным образом по почвенным разрезам, представляющим собой специально выкопанный врез различной глубины (глубина разреза зависит от глубины горизонта) [24]. По назначению разрезы бывают основными, полуямами, или контрольными, и прикопками. Основные разрезы делают в местах, наиболее типичных для изучаемой территории, как в отношении рельефа, так и растительности. При исследовании пахотных участков руководствуются в первую очередь рельефом местности, а при исследовании целинных земель, кроме того, принимают во внимание и характер растительности.

Разрезы обычно делают на полную глубину (1,5-2 м и глубже) с тем, чтобы можно было обнаружить и изучить также и почвообразующую породу. В тех случаях, когда близко к поверхности залегают грунтовые

воды, основные разрезы могут быть глубиной до 1 м и даже меньше [24]. Из этих разрезов берут почвенные образцы со всех генетических горизонтов, а также из материнской породы.

При описании почв во время полевого исследования, руководствуются следующими важнейшими морфологическими признаками почвенного профиля:

1) Строение почвы (т.е. расчленение почвенной толщи на генетические горизонты).

2) Мощность почвенных горизонтов и глубина их залегания. Толщина почвенных горизонтов измеряется в сантиметрах по отвесу, сверху донизу, например: пахотный 0-23 см, подзолистый 23-27 см, иллювиальный 27 - 100 см и т. д.

3) Окраска почвенных горизонтов. Окраска почвы представляет собой один из важнейших внешних признаков, которыми обычно руководствуются при суждении о внутренних свойствах почвы, а также при расчленении почвенной толщи на ряд генетических горизонтов.

4) Сложение почвы и отдельных ее горизонтов (т.е. внешнее выражение порозности и плотности почв).

5) Включения и новообразования. Из включений в почвах чаще всего встречаются гранитные и известковые валуны, из новообразований – соединения углекислой извести, железа, марганца, гипса, а также скопление легкорастворимых солей.

6) Почвенная структура по отдельным горизонтам. Определение почвенной структуры в поле производится обычно на глаз при выбрасывании земли из ямы. При описании следует указывать степень выраженности почвенной структуры, например: отчетливо ореховатая, отчетливо зернистая, неясно выраженная, намечающаяся пластинчатая структура, хорошо выраженная столбчатая и т. д.

7) Механический состав почвы. Распознавание механического состава почвы в поле делается обычно на глаз и на ощупь. Так, сухая глина

раздавливается пальцем и въедается в поры кожи пальцев, а влажная – легко разминается и принимает любую форму. При раскатывании комка между ладонями рук глина дает тонкие шнуры. При разминании ее пальцами песок не ощущается. Тяжелый суглинок раскатывается в шнур, который при сгибании в кольцо образует трещины. Средний и легкий суглинки во влажном состоянии раскатываются в шнур; при растирании между ладонями песок ясно ощущается. Супесь в сыром состоянии либо вовсе не раскатывается в шнур, либо этот шнур разрывается уже при раскатывании; песчаных частичек здесь много, и они ощутимо царапают кожу пальцев. Песчаные почвы отличаются большой рыхлостью и не способны раскатываться в шнур.

8) Влажность почвы. При описании почвы необходимо учитывать степень влажности и характер увлажнения почвы. Если яма доходит до почвенно-грунтовых вод, отмечают уровень последних.

9) Глубина и характер распространения корневой системы растений.

10) Характер почвообразующей, или материнской, породы.

Таковы те главнейшие признаки, которые должны найти отражение при описании почв в поле [24].

Описание и характеристика почвенных разрезов представлена в приложении 3. Данные об изученных типах почв представлены в сводной таблице 7 (Приложение 4).

2.3 Методы изучения микробиологической активности почв

Мир почвенных микроорганизмов весьма разнообразен, однако здесь в основном будут рассмотрены бактерии, микроскопические грибы, актиномицеты и близкие к ним существа.

Прежде всего, встает вопрос об общем количественном анализе микроорганизмов почвы. Наиболее объективный метод такого анализа – прямое микроскопирование почвы, принцип которого был предложен

Виноградским С. Н. При этом методе готовят почвенную суспензию и под микроскопом в определенном ее объеме подсчитывают общее число микроорганизмов. При подготовке почвенной суспензии целесообразно использовать один из рекомендуемых способов диспергирования почвы и десорбции микроорганизмов из почвенных частиц: растирание почвы, обработка поверхностно-активными веществами, ультразвуком и т. д. Пересчетом можно установить, сколько микроорганизмов приходится на 1 г исследуемой почвы [12]. Виноградский С. Н. готовил препараты на предметном стекле и просматривал их под оптическим микроскопом. В поле зрения можно было видеть палочковидные бактерии, мелкие и крупные кокки, обрывки мицелия грибов и актиномицетов и другие микроорганизмы.

Состав отдельных групп микроорганизмов (бактерии, актиномицеты, грибы и т. д.) может быть уточнен посевом почвенной суспензии на разные по составу твердые питательные среды, на которых затем развиваются зародыши тех или иных групп микроорганизмов. В практике обычно используют агаризованные или желатинизированные, а иногда силикогелевые питательные среды.

После инкубации засеянных чашек в термостате подсчитывают выросшие на твердой питательной среде колонии. Допуская, что каждая колония произошла из одного зародыша того или иного микроорганизма, устанавливают число клеток во взятом образце почвы. Подобный пересчет имеет ряд условностей. Например, бактериальные колонии могут вырасти на питательной среде не из одной клетки, а из группы их, оставшихся неразделенными в почвенной взвеси. Колонии грибов и актиномицетов вырастают из обрывков мицелия разной величины и из спор [40]. Дифференцировать колонии, образованные из спор и из мицелия этих микроорганизмов, невозможно. Поэтому правильнее богатство почв мицелиальными микроорганизмами учитывать, измеряя длину их мицелия при прямом микроскопировании.

Для нашего исследования представляют значительный интерес примерные соотношения числа микроорганизмов и их активность, подсчитываемых на почвах с разной антропогенной нагрузкой.

Метод «Аппликаций»

Метод «аппликаций» очень нагляден для демонстрации интенсивности микробиологической деятельности в точках города при проведении различных обработок, внесении удобрений, сравнении приемов орошения, а также сравнение влияния загрязняющих факторов. Этот метод указывает на скорость минерализации органического вещества в почве аэробными микроорганизмами. Биологическая активность урбанозёма в данном случае определялась по интенсивности разложения льняного полотна. Но поскольку степень активности целлюлозных микроорганизмов зависит от наличия в почве также доступного азота, фосфора и других элементов, то степень распада, можно считать, отражает «напряженность хода микробиологических процессов вообще в целом».

Применяемые в практике опытного дела способы закладки ткани в почву несколько различаются. Белую льняную ткань размером 15x15 см взвешивают и нитками в нескольких местах прикрепляют к полоске полиэтиленовой пленки такого же размера. Длина полос ткани может быть различной в зависимости от особенностей опыта и почвы. На делянках делают равномерно прикопки, к ровной вертикальной стенке каждой из них прижимают ткань и засыпают с другой стороны почвой, уплотняя ее до исходного состояния. На каждом варианте делают пять-шесть таких прикопок и более. На варианте с ожидаемой большей активностью целлюлозных микроорганизмов закапывают дополнительно два-три полотна для периодического контроля.

Экспозицию определяют интенсивностью разложения полотна, которая зависит от плодородия почвы, погодных условий, удобрений, характера растительности и других условий. Полотна вынимают из почвы, когда становится очевидным, что продолжение экспозиции приведет к по-

терям ткани при выкопке. После отмывания и просушивания образцы с разложившейся частично тканью взвешивают. По разности массы до и после экспозиции определяют убыль сухой массы ткани и выражают ее в процентах [5].

Глубинный метод количественного определения аэробных микроорганизмов

Для глубинного посева (в толще среды) используют обычно мерные количества плотной среды, заготовленные в пробирках по 10-15 мл. Культуру вносят в пробирки с расплавленным и охлажденным до 40-45°C агаром (среда-триптиказеино-соевый агар), а затем заливают смесь в чашку Петри. После застывания среды чашки переворачивают и помещают в термостат для инкубации. Используется по 2 чашки Петри для каждого разведения образца. Чашки Петри, помещенные в термостат, инкубируют в течение 5 суток при температуре $(32,5 \pm 2,5)^{\circ}\text{C}$. Посевы просматривают ежедневно. Схематично метод представлен на рисунке 2.

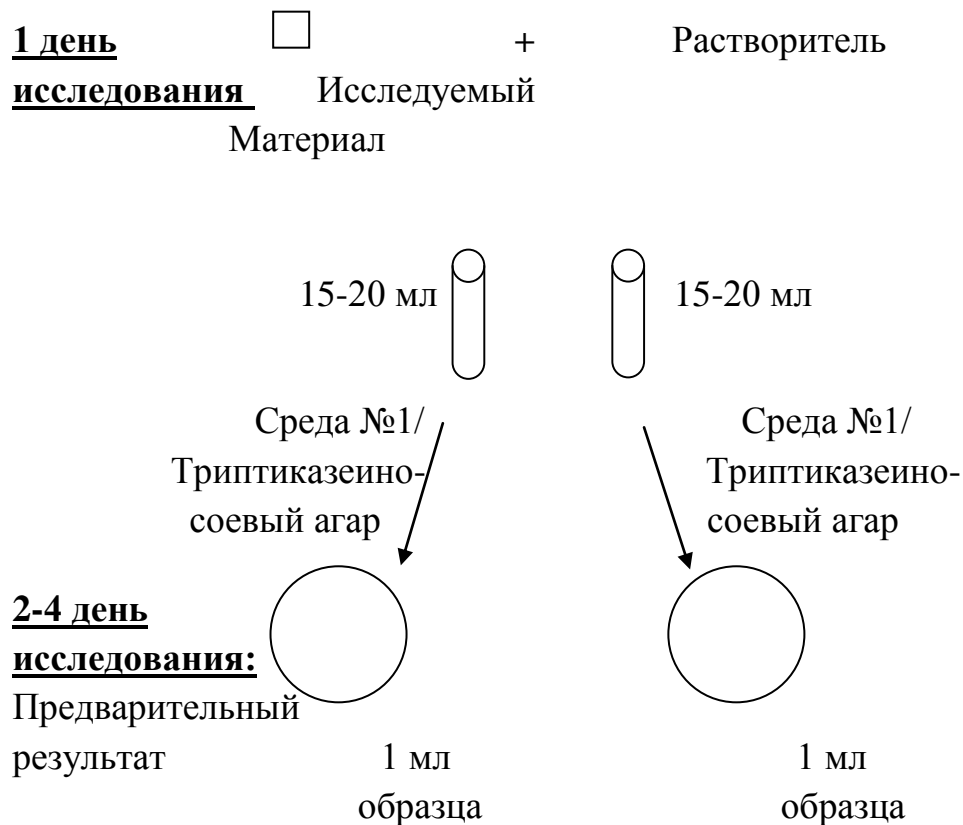


Рис. 2 Схема контроля для глубинного метода количественного определения аэробных микроорганизмов

5 день исследования Обработка и оформление результатов контроля для глубинного метода количественного определения аэробных микроорганизмов

Количество микроорганизмов (N) в 1 г или в 1 мл рассчитывают по формуле (1):

$$N = \frac{\sum c}{n} \cdot d \cdot 10 \quad (1)$$

где: с – сумма колоний на всех чашках;

n – число чашек;

d – коэффициент разведения образца, равный 0,1;

10 – коэффициент пересчета при проведении посева на чашку в объеме 0,1 мл [26].

Выводы по второй главе

Выбранные нами площадки различаются по степени и качеству антропогенного влияния. Это разное удаление от автомагистралей и промышленных зон, а так же разная степень вытаптывания и аграрного воздействия.

При таких условиях мы выбрали оптимальные методы для исследований, они дают возможность определить микробиологическую активность урбозёмов и подчитать общее микробное число, сравнив которые с выявленными видами произрастающих растений мы сможем определить влияние растительности на них.

ГЛАВА 3 АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА ПРОИЗРАСТАЮЩИХ РАСТЕНИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ УРБОЗЁМОВ Г.ЧЕЛЯБИНСК

3.1 Результаты проведенных измерений микробиологической активности урбозёмов г.Челябинск

В ходе первого исследования были выбраны несколько точек с разной антропогенной нагрузкой, из тех, что были описаны ранее.

Результаты разложения льняной ткани микроорганизмами представлены в таблице 2. Фотографии результатов приведены в приложении 5 (рис. 10-14).

Таблица 2

Изменение массы льняного полотна, переработанного почвенной биотой

Номер полевого опыта	Глубина закладки мешковины, см	Масса сухой ткани, г		Изменение массы ткани, %
		Исходная	Через 3 месяца	
1	30	4	3,8	-5
2	30	4	3,6	-10
3	30	4	2,66	-33.5
4	30	4	3,5	-12.5
5	30	4	1,84	-54

Наибольшее разложение прослеживается на ткани, взятой с точек №3 и №5, на последней, потеря в весе составила больше, свыше 50%. При проведении нами почвенных разрезов на площадках, нумерации соответствующей точкам закапывания полотен, мы определили, что согласно выбранной классификации, почвы в этих точках являются культурозёмами. А также, схожестью антропогенного влияния обеих площадок является то, что они находятся на одинаково-отдалённом

расстоянии от автомагистралей, не подвергаются вытаптыванию, но на них происходит рыхление верхних горизонтов плодородного слоя почвы, а также внесение некоторого количества удобрений в сельскохозяйственных целях.

На других трёх точках, где проводился опыт, изменение веса льняного полотна колеблется от 5 до 12%. Это можно связать с сильной антропогенной нагрузкой, а так же бедностью видового состава растений. Все три точки находятся вблизи автодорог, подвергаются вытаптыванию и загрязнению аэрозолями, пылью и пр., а также захламлению мусором.

Для проведения опыта глубинного метода количественного определения аэробных микроорганизмов были так же использованы точки из описанных ранее площадок (нумерация опытов совпадает с номером площадок).

Расчёты приведены в таблице 3. Фотографии результатов – в приложении 6 (рис. 15-19).

Таблица 3

Расчёты результатов глубинного посева

Номер полевого опыта	Сумма колоний на всех чашках	Число чашек	Количество микроорганизмов
2	6	2	12
3	200	2	100
4	20	2	10
5	400	2	200
6	10	2	5

Опыт показал, что наибольшее общее микробное число принадлежит пробам, взятым с площадок №3 и №5, при чём, на последней объем найденной биоты в два раза превышает первую.

Противоположный результат дали остальные пробы. Объем общего микробного числа которых не превышает 10. Их можно охарактеризовать, как урбозёмы с малой микробиологической активностью.

Ниже представлена сводная таблица (таблица 4), где результаты проведенных опытов соотнесены друг с другом.

Таблица 4

Взаимосвязь изменения массы льняного полотна, переработанного почвенной микробиотой с результатом посева на общее микробное число глубинным методом

Номер полевого опыта	Изменение массы ткани, %	Общее микробное число глубинным методом посева, колонии
1	-5	Исследования не проводились
2	-10	3
3	-33,5	>100
4	-12.5	10
5	-54	>200
6	Исследования не проводились	5

Таким образом, рассматривая результаты двух опытов, мы пришли к выводу, что при увеличении общего микробного числа, увеличивается площадь разложения массы ткани. Вероятно, это является следствием того, что почвенном микробиоценозе присутствуют целлюлозоразрушающие микроорганизмы.

Для точности анализа полученных результатов был подсчитан коэффициент корреляции микробных культур по формуле Пирсона. Данные приведены в таблице 5.

Таблица 5

Коэффициент корреляции микробных культур по формуле Пирсона

	Номера площадок						Масса ткани через 3 месяца	с	N
	1	2	3	4	5	6			
Масса ткани через 3 месяца	4	4	2,66	3,5	1,84	-	1,00000	-1,00000	-0,66667
с – сумма колоний на всех чашках	-	24	200	20	400	10	-1,00000	1,00000	0,60000
N – Количество микроорганизмов	-	12	100	10	200	5	-	0,600000	1,000000

Рассчитав этот коэффициент, мы подтвердили свою гипотезу, что разложение льняных полотен зависит от количества микроорганизмов.

3.2 Описание высшей растительности и её влияние на микробиологическую активность исследуемых урбозёмов

Антропогенное влияние на флору проявляется в двух противоположных направлениях: уменьшение числа видов аборигенного компонента флоры и увеличение их числа за счет роста антропогенной фракции. Однако при синантропизации увеличение флористического богатства отмечается лишь на начальных этапах антропогенного воздействия. В последующем наблюдается заметное уменьшение числа, как аборигенных видов, так и заносных [14].

Для исследования были подобраны 6 участков, совпадающих с точками отбора проб для исследования почвы и почвенной микробиоты, вдоль автодорог, а так же места отдалённые от них со схожим видовым составом произрастающих растений.

Выбор пробных геоботанических площадок и описание растительности производились согласно методическим приемам и подходам, принятым в фитоценологии и широко используемым при проведении геоботанических исследований. В соответствии с методологией геоботанических исследований основным методом, использованным в ходе полевой части проведенных исследовательских работ, являлся метод подробного описания сообществ наземной растительности на ключевых участках. На геоботанических площадках выявлялся видовой состав сосудистых растений на момент проведения описания.

При идентификации растительности использовался определитель сосудистых растений Челябинской области – Куликов П. В., УрО РАН, 2010. – 970 с.

Точка №1. Средняя высота травостоя: 20 см. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 40%.

Описание растительности:

Poa annua L. – мятлик однолетний, распространяется повсеместно, имеет зимующие формы, устойчив к вытаптыванию и заморозкам, аллелопатичен; цветёт с мая по сентябрь, плодоносит в июне-октябре; проективное покрытие: 40%.

Elymus repens – пырей ползучий, распространён повсеместно, вне почвы корневища быстро высыхают и гибнут, устойчив к грибным заболеваниям, понижениям температуры; цветёт в июне-июле, плодоносит в июле-августе; проективное покрытие: 35%.

Trifolium pretense – клевер луговой, распространён повсеместно, устойчив к вытаптыванию и уплотнению почвы; цветёт в июне-сентябре, плодоносит в августе-октябре; проективное покрытие: 10%

Amaranthus albus L. – щирица белая, распространена в умеренных и субтропических регионах мира; устойчива к городской среде; цветет с июня по август, плодоносит в сентябре-октябре; проективное покрытие: 15%

Betula pendula Roth – береза бородавчатая или повислая, малотребовательна к внешней среде, светолюбива. Проективное покрытие: 1шт.

Фитоценоз бедный, остепненный, что подтверждается малым проективным покрытием. Наибольшим обилием характеризовался мятлик однолетний (*Poa annua L.*)

Точка №2. Средняя высота травостоя: 50 см. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 80%.

Описание растительности:

Poa annua L. – мятлик однолетний, проективное покрытие 60%;

Trifolium pretense – клевер луговой, проективное покрытие: 20%,

Capsella bursa-pastoris – пастушья сумка обыкновенная, распространяется повсеместно, является рудеральным растением, адаптируется к

экологическим условиям (зимующий сорняк); цветёт в апреле-августе, плодоносит в мае-сентябре; проективное покрытие: 10%

Bromopsis inermis – кострец безостый, распространен повсеместно, устойчив к вытаптыванию, засухе; цветёт в июне-июле, плодоносит в августе; проективное покрытие: 10%

Populus balsamifera L. – тополь бальзамический, распространен повсеместно; устойчив к засухе, адаптирован к городской среде, является среднеустойчивым к газозагрязнителям.; цветение апрель-май, плодоношение июнь-июль; проективное покрытие: 4шт.

Salix alba L. – ива белая, распространение вдоль пойм рек; светолюбива, морозостойка, экологически адаптирована к городским условиям; цветет в апреле-мае, плодоносит в мае-июне; проективное покрытие: 3 шт.

Acer negundo L. – клен ясенелистный, экологически адаптирован к городской среде, аллелопатичен; цветет в мае-июне, плодоносит в сентябре-октябре; проективное покрытие: 2 шт.

Ulmus scabra Mill. – вяз шершавый, распространен повсеместно; светолюбив, экологически адаптирован к городской среде; цветет в марте-апреле, плодоносит в мае-июне; проективное покрытие: 1 шт.

Ulmus pumila L. – вяз мелколистный, распространен повсеместно; светолюбив, экологически адаптирован к городской среде; цветет в марте-апреле, плодоносит в мае-июне; проективное покрытие: 1 шт.

Sorbus aucuparia L. – рябина обыкновенная, распространена в зоне умеренного климата; тенелюбивая, зимостойкая, экологически адаптирована к городской среде; цветет в мае-июне, плодоносит в конце августа-сентябре; проективное покрытие: 1 шт.

Populus suaveolens Fisch – тополь душистый, распространен повсеместно; устойчив к засухе, адаптирован к городской среде, по отношению к свету и атмосферным загрязнителям; цветение апрель-май, плодоношение июнь-июль; проективное покрытие: 1 шт.

Фитоценоз расположен на надпойменной террасе реки Миасс. Наибольшим обилием характеризовался мятлик однолетний (*Poa annua* L.)

Точка №3. Средняя высота травостоя: 60 см. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 60%.

Описание растительности:

Elymus repens – пырей ползучий, проективное покрытие: 40%

Poa annua L. – мятлик однолетний, проективное покрытие: 15%

Tifolium pratense – клевер луговой, проективное покрытие: 15%

Capsella bursa-pastoris - пастушья сумка обыкновенная, проективное покрытие: 10%

Mentha Canadensis Canadensis L. – мята канадская, распространение на сырых лугах, теневыносливая, цветет июль-август, плодоносит сентябрь-октябрь; проективное покрытие: 10%

Silene latifolia – смолёвка белая, распространена повсеместно; высокая морозостойкость; цветет и плодоносит июнь-сентябрь; проективное покрытие: 10%

Papaver rhoeas – мак самосейка, распространен повсеместно, светолюбив, засухоустойчив; цветет в апрель-июнь, плодоносит в август-сентябрь; проективное покрытие: 3 шт.

Ribes nigrum – смородина черная, распространена во влажных лесах, по берегам рек, теневынослива, средне засухоустойчива, цветет в мае-июне, плодоносит в июле-августе; проективное покрытие: 1 шт.

Malus domestica 'Aport' – Антоновка Обыкновенная, распространена в центральном, Северо-Западном и Уральском экономических районах России; высокоморозоустойчива, высокая экологическая приспособленность; цветет в мае, плодоносит в июле-августе; проективное покрытие: 1 шт.

Prunus subg. *Cerasus* – Вишня, распространение повсеместно, кроме крайнего Севера, высокогорий, пустынь; светолюбива и засухоустойчива; цветет в мае, плодоносит в июль-август; проективное покрытие: 1 шт.

Oxycoccus – Клюква, распространение повсеместно в Северном полушарии; высокая устойчивость к болезням и вредителям, тенелюбива; цветет в конце мая, плодоносит в конце августа - начале сентября; проективное покрытие: 1 шт.

Pinus sibirica – Сибирский кедр, распространен в Западной и Восточной Сибири; высокоморозостойкий, теневынослив; образование пыльцы в конце мая – начало июня, плодоношение в конце сентября – начале октября; проективное покрытие: 1 шт.

Фитоценоз имеет культурный характер, доминантным является коостер ржаной (*Bromus secalinus* L.).

Точка №4. Средняя высота травостоя: 30 см. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 40%. Описание растительности:

Elymus repens – пырей ползучий, проективное покрытие: 15%

Capsella bursa-pastoris – пастушья сумка обыкновенная, проективное покрытие: 10%

Poa pratensis – мятлик луговой, проективное покрытие: 5%

Tifolium pratense – клевер луговой, проективное покрытие: 5%

Populus balsamifera L. – тополь бальзамический, проективное покрытие: 3 шт.

Acer negundo L. – клен ясенелистный; проективное покрытие: подрост 2 шт.

Phalaris arundinacea – канареечник тростниковидный, распространение в умеренной зоне Евразии и Северной Америке; светолюбивый, теневыносливый, высокозимостойкий; цветение в июне, плодоносит в июле-августе; проективное покрытие: 55%

Taraxacum officinale – одуванчик лекарственный, распространение повсеместно; среднеустойчив к городской среде, особенно к аэропеллютантам; цветет в мае-июне, плодоносит с конца мая по июль; проективное покрытие: 15%

Festuca pratensis – овсяница луговая, распространение в Европе и Малой Азии; светолюбивая, засухоустойчивая; цветет в начале июня, плодоносит в конце июля; проективное покрытие: 5%

Pinus sylvestris – сосна обыкновенная, высокоморозостойкий, теневынослив; образование пыльцы в конце мая – начало июня, плодоношение в конце сентября – начале октября; проективное покрытие: 2 шт.

Фитоценоз остепненный, что подтверждается произрастанием на нем клевера лугового (*Trifolium pratense*) и овсяницы луговой (*festuca pratensis*). Наибольшим обилием характеризовались тополь бальзамический (*Populus balsamifera L.*) и канареечник тростниковый (*Phalaris arundinacea*).

Точка № 5. Средняя высота травостоя: 30 см. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 75%.

Описание растительности:

Elymus repens – пырей ползучий, проективное покрытие: 35%

Capsella bursa-pastoris – пастушья сумка обыкновенная, проективное покрытие: 15%

Tifolium pratense – клевер луговой, проективное покрытие: 10%

Estuca pratensis – овсяница луговая, проективное покрытие: 10%

Poa pratnsis – мятлик луговой, проективное покрытие: 10%

Taraxacum officinale – одуванчик лекарственный; проективное покрытие: 10%

Populus balsamifera L. – тополь бальзамический, проективное покрытие: 2 шт.

Betula pendula Roth. – береза бородавчатая или повислая, проективное покрытие: 1 шт.

Melilotus albus Medik. – донник белый, распространение в Евразии и Северной Америке; по отношению к температурам считается экологически

пластичным; цветет и плодоносит с мая по август; проективное покрытие: 10%

Malus sylvestris – яблоня дикая, распространение от Центральной Европы до Передней Азии; морозостойкая цветет в апреле-мае, плодоносит в августе-октябре; проективное покрытие: 1 шт.

Syringa vulgaris – сирень обыкновенная, распространение в горной части Евразии; устойчива к городской среде; цветение в мае-июне; проективное покрытие: 1 шт.

Фитоценоз остепненный, что подтверждается произрастанием на нем клевера лугового (*Trifolium pratense*) и овсяницы луговой (*Festuca pratensis*). Наибольшим обилием характеризовался пырей ползучий (*Elymus repens*).

Точка № 6. Средняя высота травостоя: 80 см. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 80%.

Описание растительности:

Poa pratensis – мятлик луговой, проективное покрытие: 30%

Amaranthus albus L. – щирица белая, проективное покрытие: 20%

Elymus repens – пырей ползучий, проективное покрытие: 15%

Trifolium pratense – клевер луговой, проективное покрытие: 10%

Bromus secalinus L. – костер ржаной, проективное покрытие: 5%

Taraxacum – одуванчик, проективное покрытие: 5%

Malus baccata – яблоня сибирская, проективное покрытие: 3 шт.

Populus balsamifera L. – тополь бальзамический, проективное покрытие: 2 шт.

Sorbus aucuparia L. – рябина обыкновенная, проективное покрытие: 1 шт.

Avena fatua L. – овес пустой, произрастает повсеместно; устойчивый и неприхотливый сорняк; цветет в мае-июне, плодоносит в июле-августе; проективное покрытие: 10%

Plantago media L. – подорожник средний, распространен в Евразии; устойчив к городской среде; цветет и плодоносит с конца мая до середины сентября; проективное покрытие: 5%

Фитоценоз расположен вдоль автодороги и значительно остепнен. Доминантным является – пырей ползучий (*Elymus repens*).

Проанализировав виды произрастающих растений на изучаемых площадках № 2, 4, 5 (относящиеся к культурозёмам), можно сделать вывод, что сорная растительность, а именно пырей ползучий и мятлик луговой, вытесняет естественный травостой. Непосредственно на урбозёмах (площадки № 1, 3, 6) замечено больше, относительно других изучаемых площадок, рудеральных и синантропных видов растений.

Согласно исследованиям Позняка С.С. [32], установлено, что дикорастущие сорные растения, сформировавшиеся в условиях техногенного воздействия крупного промышленного центра, обладают более высокими адаптационными способностями к приоритетным загрязнителям, по сравнению с культурными растениями.

Так же выявлены виды с сильным аллелопатическим явлением. С положительным влиянием, стимулирующие рост окружающих растений и подавляющие вредные микроорганизмы, это Тополь, Береза [1, 11]. И с отрицательным влиянием – Клен Ясенелистный, который подавляет не только развитие травостоя, но и угнетает со временем произрастающие рядом высшие растения.

Для того чтобы убедиться в точности выведения закономерности развития микробиоты от видового состава, мы рассчитали коэффициенты корреляции растительных рангов по формуле Спирмена и соотнесли результаты корреляции. Данные расчетов приведены в таблице 6.

Соотношение коэффициентов корреляции растительных рангов по формуле Спирмена и корреляции микробных культур по формуле Пирсона

	Проективное покрытие по площадкам						Коэффициент зависимости с результатами проведенных опытов	
	1	2	3	4	5	6	Масса ткани через 3 месяца	N – количество микроорганизмов
<i>Capsella bursa-pastoris</i> – пастушья сумка обыкновенная	-	10	10	10	15	-	-0,707107	0,707107
<i>Elymus repens</i> – пырей ползучий	35	-	40	15	35	15	-0,182574	0,547723
<i>Poa pratensis</i> – мятлик луговой	40	60	15	5	10	30	0,333333	-0,333333
<i>Populus balsamifera</i> L. – тополь бальзамический	-	4	-	3	2	2	1,000000	0,182574
<i>Taraxacum officinale</i> – одуванчик лекарственный	-	-	-	15	10	5	-	0,333333
<i>Tifolium pratense</i> – клевер луговой	10	20	15	5	10	10	0,105409	0,105409

Исходя из полученных данных, рассчитанных по формулам, мы видим, что отрицательные показатели в столбике (масса ткани через 3 месяца) показывают, что нет влияния именно на целлюлозоразрушающие микроорганизмы, но общее микробное число большое. В то время как некоторые растения, мятлик луговой и тополь бальзамический, наоборот оказывают прямое влияние на целлюлозоразрушающую микробиоту, ее там больше, судя по величине разложения льняного полотна, соответственно и объем микробиоты больше.

Наибольшим влиянием обладает Тополь бальзамический с прямым влиянием на целлюлозоразрушающие микроорганизмы..

Выводы по третьей главе

Исходя из результатов двух опытов, можно проследить закономерность, которая подтверждается коэффициентами корреляции, между разложением льняных полотен и количеством объема микробиоты в споровом состоянии, на тех же площадках. Чем меньше общее число бактерий в почве, тем меньшая часть льняного полотна была переработана.

Это можно рассмотреть на примере результатов опытов, взятых с площадок №2 и №4. По нашим оценкам, там больше антропогенного влияния, такого как в первую очередь – внос загрязняющих мелкодисперсных загрязнителей. При промышленном и транспортном загрязнении тяжелыми металлами комплекс почвенных микромицетов обедняется, снижается разнообразие видов, упрощается структура.

Снижению активности и разнообразию микробиоты так же способствует уплотнение почвы, которое влияет на проникание кислорода и воды в горизонты.

На пробных площадках №3 и №5 опыты показали противоположный результат. В них были зарегистрированы высокие показатели общего микробного числа и наибольшее разложение льняной ткани. Это можно объяснить тем, что на данных точках часто вносят перегной. Как известно, он способствует некоторому накоплению фосфора и азота – основных питательных веществ в почве, так же помогает избежать глубокого промерзания почвы, сохраняя соотношения влаги и воздуха, то есть благоприятных условий для развития микробиоты.

Проведя анализ полученных данных опытным путём с описанием растительности площадок можно просмотреть прямую зависимость, что наибольшее влияние на микробиоценоз оказывает тополь бальзамический, пырей ползучий и мятлик луговой (по уменьшению влияния), которые занимают большую площадь поверхностного покрытия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Деградация почвенного покрова на фоне интенсивного развития промышленности и в целом урбанизации города требует большего внимания. Проанализировав почвенные разрезы, сделанные в черте города, а так же изучив литературные источники, нами была проведена классификация почв города Челябинска – как Урбозёмы селитебных территорий и антропогенно-трансформированные Культурозёмы.

Урбозёмы селитебных территорий – антропогенно-созданные почвы, находящиеся на территории населенного пункта, предназначенной для размещения жилых, общественно-деловой и промышленных зон, с перемешанными горизонтами, загрязненные строительным и бытовым мусором [2].

Антропогенно-трансформированные Культурозёмы – искусственно преобразованная в процессе формирования городской среды почва, находящаяся на территории населенного пункта, предназначенной для зон рекреации, функционирующая под действием тех же факторов почвообразования, что и естественная почва, но с добавлением специфической городской нагрузки.

Главным фактором различия этих почв является – качественно разная антропогенная нагрузка. Урбозёмы подвергаются прямому воздействию, перемешиванию и захламлению мусором ввиду строительства (жилищных коммуникаций, постройки зданий), а культурозёмы относятся к рекреационным городским территориям, как правило с внесенным плодородным слоем, а также удобрениями.

Специфика экологических условий почвообразования определяется сочетанием воздействия урбогенеза и техногенеза, при ведущем значении первого. Для урбозёмов города Челябинск характерны проблемы

уплотнения почв, загрязнения ТБО и мелкодисперсными частицами вредных веществ, некоторые районы особенно подвержены загрязнению тяжелыми металлами.

Почвы, формирующиеся с одним уровнем техногенной нагрузки, но находящиеся в разных зонах города имеют неодинаковые признаки и свойства. На эти различия, в том числе, повлияли и естественные типы почв.

По результатам проведенных опытов – метода разложения льняных полотен и методом глубинного посева для подсчёта общего микробного числа была проведена корреляция с антропогенным влиянием. Опыты показали, что чем больше антропогенного загрязнения, тем меньше общее число бактерий в урбозёме, а соответственно меньшая часть полотна была переработана. Стоит отметить, что на тех площадках, где было больше общее число бактерий (площадки №3 и №5) поддавались меньшему антропогенному влиянию, чем остальные.

Так же можно проследить зависимость от видового состава растительности, как уже было отмечено, растения, составляющие большую площадь поверхностного покрытия являются сильными аллелопатами, такие как мятлик луговой, клён и тополь. Последние распространены на площадках № 2 и № 4, в которых отмечено меньшее общее микробное число по отношению к остальным точкам.

На площадках № 3 и № 5 большую площадь поверхностного проектирования занимает пырей ползучий, корневые выделения (агропирен) которого являются угнетающими для почвенной целлюлозоразрушающей микробиоты. Пробы культурозёмов, взятые с этих площадок, показали большую микробиологическую активность и большее общее микробное число.

Проанализировав вышесказанное, из этого можно сделать вывод, что наибольшее влияние на объем и активность микробиоты оказали такие виды, как тополь бальзамический и клен ясенелистный, их аллелопатическая функция способствует угнетению роста целлюлозоразрушающей

микробиоты, т.к. с достаточно низким общим микробным числом, разложение льняных полотен было ниже, чем на площадках, где эти растения отсутствовали или оказывали меньшее влияние.

Из вышесказанного следует, что на данном этапе на некоторых площадках происходит реабилитирование качества почв растительностью, выделение которых, в свою очередь способствуют повышению активности почвенной микробиоты.

Проведя ряд исследований, пришли к выводам:

1. На основе анализа литературных источников было определено, что почвы города можно классифицировать, как антропогенно-преобразованные – урбозёмы и культурозёмы.

2. Почвенные разрезы, рассмотренные на выбранных площадках, характеризуются разной мощностью горизонта А, и как следствие, бедным гумусовым слоем на урбозёмах и достаточно богатым на культурозёмах.

3. На основе двух опытов, которые подтверждены статистическими данными, расчетом коэффициентов Спирмена и Пирсона, можно сделать вывод, что чем больше общее микробное число, тем выше микробиологическая активность.

4. Провели определение и описание видового состава произрастающих растений. Их можно охарактеризовать, как типичные городские, т.к. присутствует много адаптированных сорных видов.

5. Проанализировав взаимоотношения произрастающих растений и активность микробиоты, прослеживается закономерность, которая так же подтверждена расчетом корреляции. Чем больше проективное покрытие синантропных видов, тем больше выделение алкалоидов, угнетающих объем целлюлозоразрушающей микробиоты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аксенов, А. С. Бактериальные эндофиты тополя [Текст] / А.С. Аксенов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018. – №.4. – С. 364.
2. Апарин, Б.Ф. Классификация городских почв в системе российской и международной классификации почв [Текст] / Б.Ф. Апарин, Е.Ю. Сухачева // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – №. 79.
3. Бабьева, И.П. Биология почв [Текст] / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: изд-во Московского Университета, 1983. – 247 с.
4. Васильев, И.П. Практикум по земледелию [Текст] / И.П. Васильев, А.М. Туликов // Учебник. – М.: КолосС, 2004. – 432 с.
5. Брыжко, В. Г. Восстановление нарушенных земель в условиях крупного города [Текст] / В.Г. Брыжко // Фундаментальные исследования. – 2016. – Т. 1. – №.6. – С. 134–138.
6. Гродзинский, А. М. Некоторые проблемы изучения аллелопатического взаимодействия растений [Текст] / А.М. Гродзинский // Сб. научн. тр.: Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах. – К.: Наук. Думка, 1977. – С. 3 – 12.
7. Гуревич, О.Г. Почва как среда обитания микроорганизмов [Электронный ресурс] / О.Г. Гуревич – Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
8. Добровольский, В.В. География почв с основами почвоведения [Текст] / В.В. Добровольский. – М.: Владос, 2001. – 376 с.
9. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы [Текст] / Д.Г. Звягинцев. – М.: Издательство МГУ, 1987. – 236 с.
10. История заячьего острова [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://hornews.com/interesnyiy_fakt_na_zayachem-

sobachem_ostrove_jili_rodeteli_odnogo_iz_pervyih_hokkeistov_quottraktoraqu ot/, свободный. – Загл. с экрана.

11. Ижевский, С. Аллелопатия. Как растения влияют друг на друга [Электронный ресурс] / И. Ижевский. – Режим доступа: <https://givoyles.ru/articles/nauka/vliyanie-rastenii-allelopatiya/>, свободный. – Загл. с экрана.

12. Изменение бактерий под влиянием растений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://agrohimiya.ru/mikroorganizmy-pochvy/1784-izmenenie-bakteriy-pod-vliyaniem-rasteniy.html>, свободный. – Загл. с экрана.

13. Копылова, Л. В. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях урбанизированных территорий (Восточное Забайкалье) [Текст] / Л.В. Копылова и др. – Чита, изд-во Забайкальского гос. ун-та, 2013. – 154 с.

14. Корягина, Н.В. Экологический мониторинг урбанизированных территорий [Текст] / Н.В. Корягина, А.Н. Поршакова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 127 с.

15. Котов, Ю.С. Эколого-токсикологическая оценка урбанизированных и сопредельных территорий [Текст] / Ю.С. Котов. – Казань: Казанский университет, 1990. – 146 с.

16. Кретович, В. Л. Биохимия растений [Текст] / В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1980. – 445 с.

17. Кулик, К. Н. Опыт картографирования почвенного покрова города Волгограда [Текст] / К.Н. Кулик, В.М. Кошелева, О.Ю. Кошелева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2015. – №. 1. – С. 40-45.

18. Лаврова, О. П. Аллелопатическое влияние деревьев на формирование травянистого покрова в их подкroновом пространстве [Текст] / О.П. Лаврова и др. // Инновации в ландшафтной архитектуре. – 2012. – №2. – С. 60 – 64.

19. Лакина, Н. В. Изучение методов выделения и идентификации микроорганизмов торфяной биосистемы для оптимизации гидролиза лигно-

целлюлозного сырья [Текст] / Н.В. Лакина и др. // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 8. – С. 64–69.

20. Лисовой, Д.А. Экологическое состояние почвы и урбаноземов г. Челябинска [Текст] / Д.А. Лисовой, В.А. Синявский // Вестник Челябинского государственного университета. – 2005. – 224с.

21. Лобакова, Е.С. Ассоциативные микроорганизмы растительных симбиозов.: дис. ... докт. Биол. Наук / Лобакова Елена Сергеевна; МГУ имени М.В. Ломоносова – М., 2005. – 131с.

22. Матвеев, Н. М. Аллелопатия как фактор экологической среды [Текст] / Н.М. Матвеев. – Самара: Самарское кн. изд-во, 1994. – 204 с.

23. Медведев, С.С. Физиология растений [Текст] / С.С. Медведев. – СПб: Изд-во СпбГУ, 2004. – 336 с.

24. Методика полевого исследования почв [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://big-archive.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

25. Методы почвенной микробиологии и биохимии [Текст]: учебное пособие // Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Издательство МГУ, 1991. – 304 с.

26. Микроорганизмы почв [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mikrobio.balakliets.kharkov.ua>, свободный. – Загл. с экрана.

27. Морфология почв [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://uchilok.net>, свободный. – Загл. с экрана.

28. Музей чгрэс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://chelchel.ru.livejournal.com/tag/остров>, свободный. – Загл. С экрана

29. Насибулина, Б.М. Региональные экологические проблемы урбанизированных территорий в условиях техногенного воздействия [Текст] / Б.М. Насибулина. – Астрахань: Астраханский университет, 2008. – 137с.

30. Образование токсических веществ растениями [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://agrohimija.ru/mikroorganizmy-pochvy/1835-obrazovanie-toksicheskikh-veschestv-rasteniyami.html>, свободный. – Загл. с экрана.

31. Определение структурного состояния и физических свойств почв [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studfiles.net/previw/6447568/page:10/>, свободный. – Загл. с экрана.
32. Позняк, С.С. Содержание некоторых тяжелых металлов в растительности полевых и луговых агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова [Текст] / С.С. Позняк. – Томск. Вестник ТГУ. Биология, 2003. – 123-137с.
33. Почва – гетерохронная среда обитания микроорганизмов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru-ecology.info/term/48729/>, свободный. – Загл. с экрана.
34. Почва – среда для развития микроорганизмов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/pochva-sreda-dlya-razvitiya-mikroorganizmov/>, свободный. – Загл. с экрана.
35. Почвенные микроорганизмы. Группы почвенных микроорганизмов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://meduniver.com/Medical/Microbiology/858.html>, свободный. – Загл. с экрана.
36. Рожков В.А. Почвоведение [Текст] / В.А. Рожков, О.В. Кормилицина, О.В. Мартыненко, Н.В. Карминов, Е.Д. Сабо, В.В. Бондаренко. – Москва: Издательский дом «Лесная промышленность», 2006. – 237с.
37. Реуцкая, В.В. Некоторые особенности адаптации травянистых растений пригородных лесов Воронежа к рекреационным нагрузкам [Электронный ресурс] / В.В. Реуцкая. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/nakotorye-osobennosti-adaptatsii-travyanistyh-rasteniy-prigorodnyh-lesov-voronezha-k-rekreatsionnym-nagruzkam>, свободный. – Загл. с экрана.
38. Семенова, А.И., Содержание тяжелых металлов в почве г. Челябинска [Текст] / А.И. Семенова, А.В. Кокшарова. – Уфа: Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека, 2015. – 293с.

39. Смирнова, Е.Б., Общая микробиология: учебное пособие для студентов экологических, биологических и агрономических специальностей вузов [Текст] / Е.Б. Смирнова, М.А. Занина, М.В. Ларионов, Н.Ю. Семенова. – Саратов: Наука, 2010. – 134с.
40. Федорец, Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий [Текст] / Н.Г. Федорец, М.В. Медведев. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
41. Федоров, А.А. Экологическое состояние почв как одно из направлений аллелопатических исследований [Текст] / А.А. Федоров, И.Ш. Малогулова// Успехи современного естествознания. – 2013 – № 8. – С. 32-33.
42. Хомяков, Ю. В. Роль корневых выделений растений в формировании биохимических свойств корнеобитаемой среды: дис. ... канд.биол.наук [Текст] / Ю.В. Хомяков; Агрофиз. науч.-исслед. ин-т. – СПб., 2009.
43. Шакирханова, А.А. Техногенные поллютанты в почвах, подверженных воздействию предприятий г. Челябинск [Текст] / А.А. Шакирханова. – Челябинск: ЮУрГГПУ. – 2017. – 61с.

ПРИЛОЖЕНИЕ
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карта местности исследования

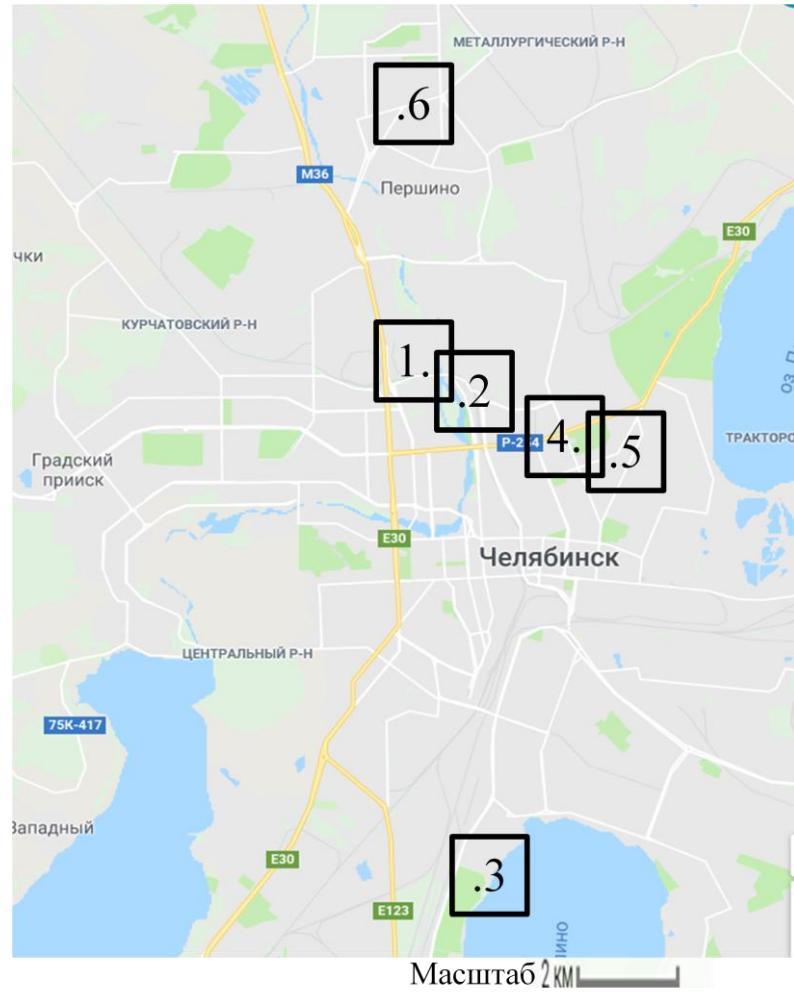


Рис.3 Территориальное нахождение точек проб исследования

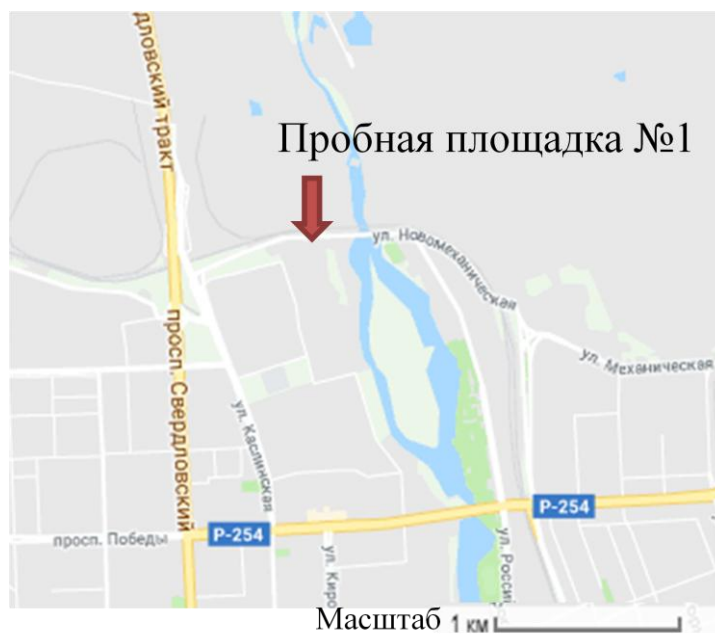
ПРИЛОЖЕНИЕ 2**Координаты точек исследования**

Рис.4 Территориальное нахождение образца №1

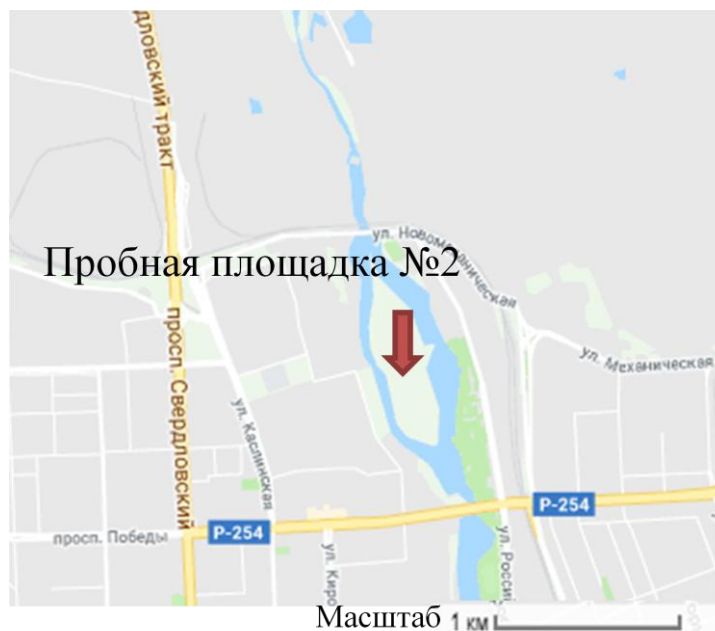


Рис.5 Территориальное нахождение образца №2

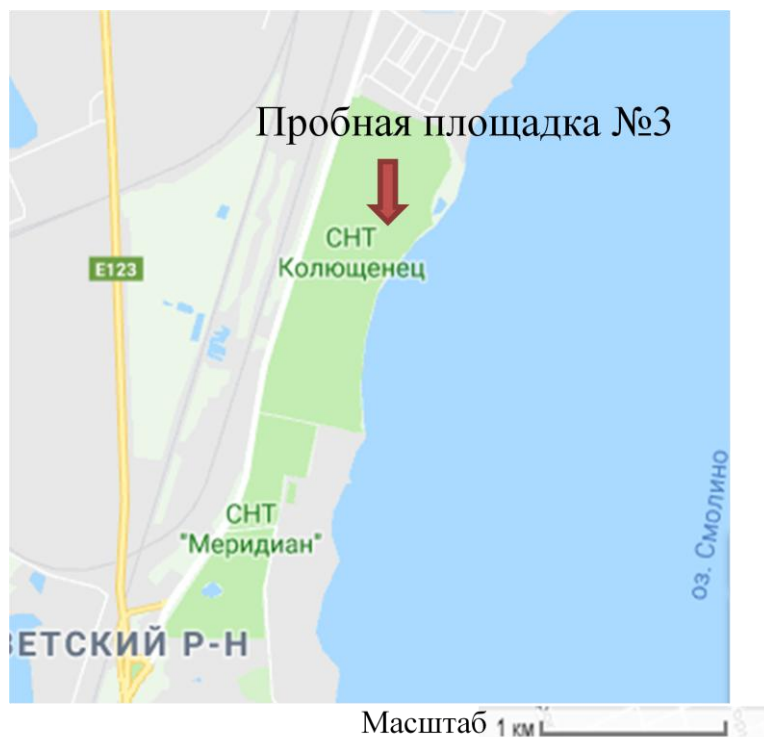


Рис.6 Территориальное нахождение образца №3

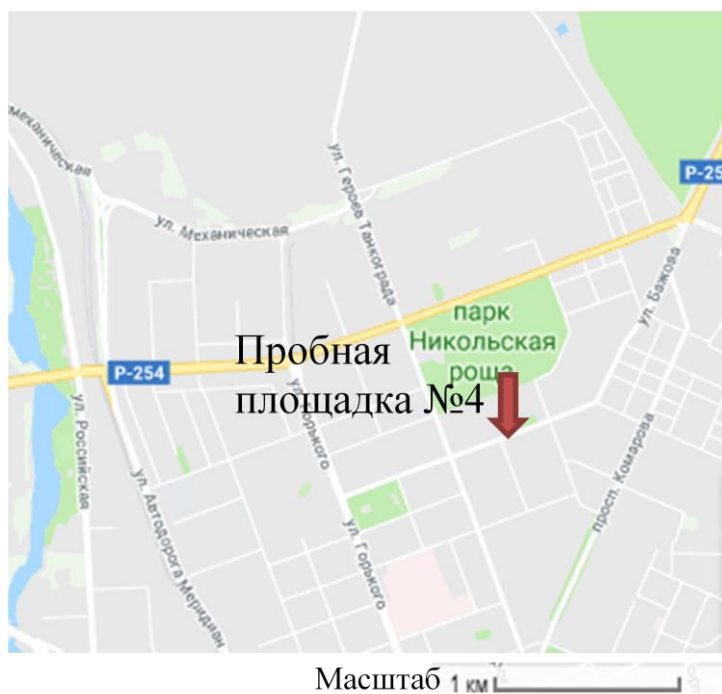


Рис.7 Территориальное нахождение образца №4

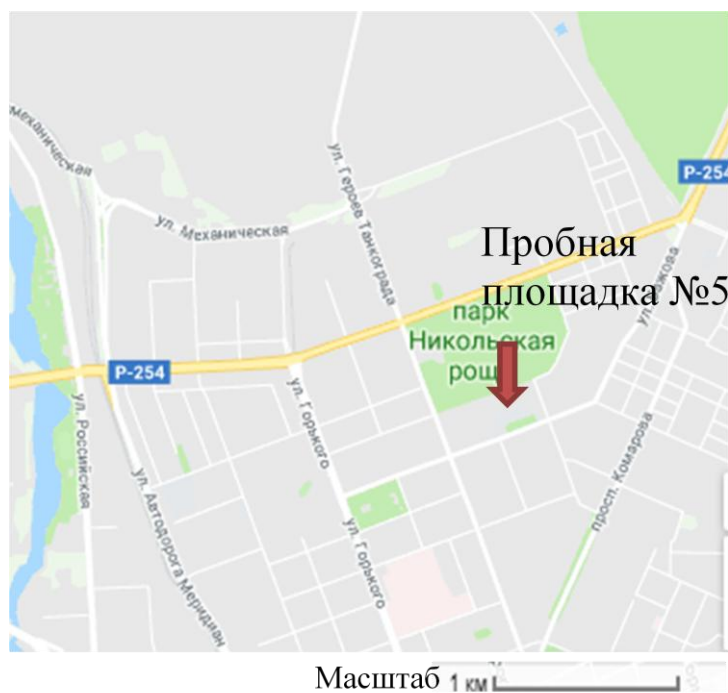


Рис.8 Территориальное нахождение образца №5

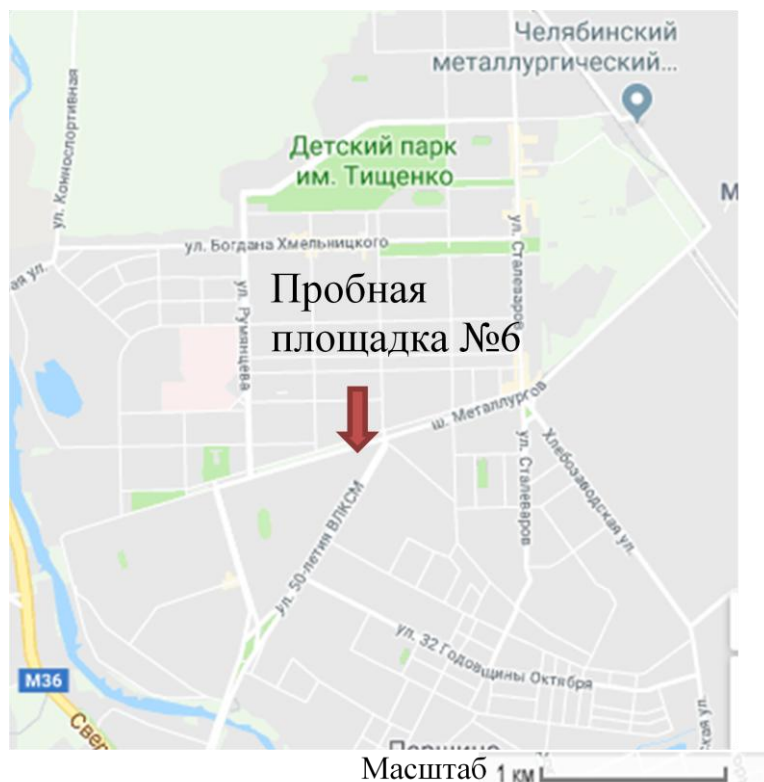


Рис.9 Территориальное нахождение образца №6

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Описания почвенных разрезов

Описание почвенного разреза №1: урбозём

A₁ – гумусово-элювиальный, светло-серого цвета, с плотной плитчатой структурой, мощностью 15 см

B – иллювиальный горизонт серовато-бурого цвета с сизоватыми плёнками по границам структурных отдельностей, плотный, призмовидной структуры, мощностью 40 см.

C – материнская порода.

Описание почвенного разреза №2: Пойменно-аллювиальный антропогенно-трансформированный культурозём

A₀ – лесная подстилка мощностью 2 см, состоит из побуревшего лесного опада;

A₁ – гумусовый горизонт мощностью 8 см, темно-серый, комковато-порошистой структуры, содержит много живых корней растений;

AB – переходный горизонт мощностью 25 см, неоднородно окрашенный с чередованием темных, пропитанных гумусом участков, бурых и серо-коричневых пятен; структура крупно-зернистая, включения: строительный мусор

B – аллювиальный горизонт, однородно окрашенный, мелкообломочный материал с преобладанием песка и супеси.

Описание почвенного разреза №3: подкисленный антропогенно-трансформированный культурозём

A₁ – гумусово-элювиальный мощностью 10 см, тёмно-серого цвета, со слабовыраженной комковато-пластинчатой структурой.

A₂ – элювиальный горизонт белёсого цвета, мощностью 12 см, плитчатой структуры различной степени выраженности, с многочисленными железомарганцевыми ржавыми пятнами и конкрециями.

A₂B – переходный элювиально-иллювиальный горизонт мощностью 12 см, неоднородно окрашен (тёмно-бурый с многочисленными белёсыми пятнами и потёками), плитчато-мелкоореховатой структуры, уплотнён.

B – иллювиальный горизонт грязно-бурого цвета с сизоватыми или серовато-бурыми плёнками по границам структурных отдельностей мощностью 30 см, плотный, призматической структуры.

C – материнская порода.

Описание почвенного разреза №4: урбозём селитебных территорий

A₀ – лесная подстилка мощностью 2 см, состоит из побуревшего лесного опада, включения: мелкий бытовой мусор;

A₁ – горизонт аккумуляции гумуса мощностью 10 см, темно-серый, комковато-порошистой структуры, содержит много живых корней растений;

A₁A₂ – переходный гумусово-элювиальный горизонт мощностью 15 см, серовато-буроватый, плитчатой, комковато-плитчатой структуры;

A₂B – переходный горизонт мощностью 8 см, буроватый, ореховатой остроугольно-мелкоореховатой структуры, темная глянцевая корочка по граням структурных отдельностей.

B – иллювиальный горизонт, темно-коричневый, ореховато-призматической структуры, плотный, грани структурных отдельностей покрыты блестящими глянцевитыми пленками.

Описание почвенного разреза №5: антропогенно-трансформированный культурозём

A – гумусовый горизонт, созданный посредством регулярных добавлений плодородных смесей непосредственно в верхний горизонт почвы мощностью 10 см, состоит из растительных остатков разной степени разложенности и минерального компонента, однородно окрашен, темно-серый, почти черный, структура прочная, зернистая.

AB – гумусовый горизонт 7 см, неоднородно окрашенный с чередованием темных, пропитанных гумусом участков, бурых и серо-коричневых пятен; структура зернистая.

B – переходный горизонт мощностью 35 см, буровато-серый, постепенно книзу появляется палевый оттенок, горизонт часто неоднородно окрашен; структура более грубая, комковатая.

C – почвообразующая порода, палевая, призматической структуры.

Описание горизонтов разреза №6: урбозём селитебных территорий.

A₁ – гумусово-элювиальный, тёмно-серого цвета, с зернистой структурой, мощностью 8 см.

A₂ – элювиальный горизонт белёсого цвета, зернисто-плитчатой структурой различной степени выраженности, мощностью 20 см.

B – иллювиальный горизонт серовато-бурого цвета с сизоватыми плёнками по границам структурных отдельностей, рыхлая, мощностью 40 см.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 7

Сводная таблица изученных типов почв

Номер пробы (прикопки)	Тип почвы
1	Урбозём
2	Пойменно-аллювиальный антропогенно-трансформированный культурозём
3	Антропогенно-трансформированный культурозём
4	Урбозём селитебных территорий
5	Антропогенно-трансформированный культурозём
6	Урбозём селитебных территорий

ПРИЛОЖЕНИЕ 5**Результаты метода «Аппликаций»**

Рис.10 Мешковина, выкопанная с исследуемой точки №1



Рис.11 Мешковина, выкопанная с исследуемой точки №2

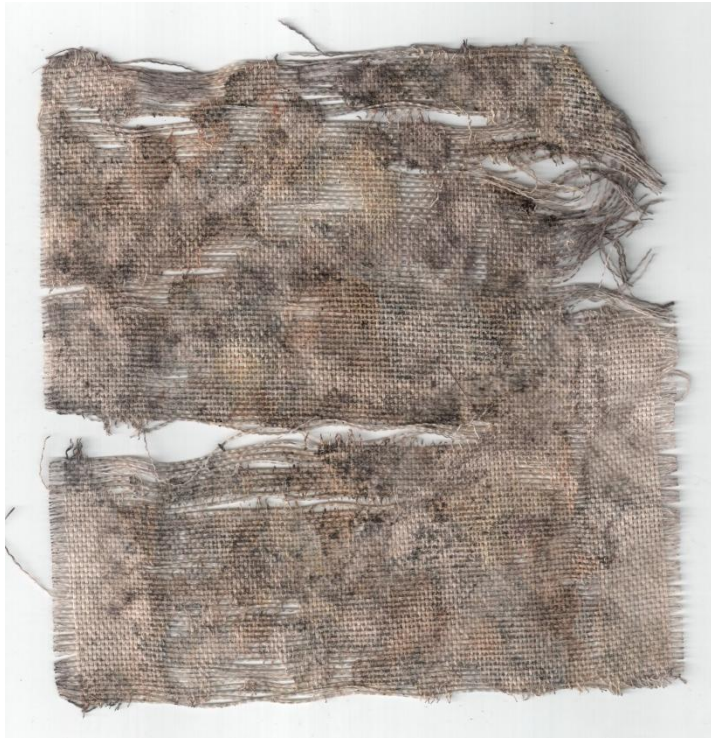


Рис.12 Мешковина, выкопанная с исследуемой точки №3



Рис.13 Мешковина, выкопанная с исследуемой точки №4



Рис.14 Мешковина, выкопанная с исследуемой точки №5

ПРИЛОЖЕНИЕ 6**Результаты глубинного посева**

Рис.15 Колонии. Площадка №2



Рис.16 Колонии. Площадка №3



Рис.17 Колонии. Площадка №4



Рис.18 Колонии. Площадка №5



Рис.19 Колонии. Площадка №6