

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ЮНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
«ОТКРЫТИЯ 2030»

Биотестирование почв города Челябинска

(номинация «Экологический мониторинг»)

Автор:

Желандинов Богдан Рустамович,
Челябинская область, г. Челябинск
МАОУ «Лицей № 102 г. Челябинска»,
МБУДО «ЦДЭ г. Челябинска», класс 5

Научный руководитель:

Баркан Ольга Юрьевна,
учитель биологии высшей категории
МАОУ «Лицей № 102 г. Челябинска»,
преподаватель дополнительного
образования МБУДО «ЦДЭ г. Челябинска»

Оглавление:

Введение	3
1. Литературный обзор	4
1.1. Проблема состояния почвенного покрова городской среды	4
1.2. Роль биотестирования в оценке степени загрязнения среды	5
1.3. Кислотность почв	6
2. Методика, материал исследования	6
2.1. Техника отбора образцов почв	6
2.2. Подготовка почвы к измерению кислотности и биотестированию	7
2.3. Методика проведения эксперимента	7
3. Результаты исследований и их обсуждение	8
Выводы	9
Список литературы	10
Приложения	11

Введение

В настоящее время состояние окружающей среды волнует каждого человека, но основной вред окружающей среде наносит именно человеческая деятельность. В городе Челябинске расположено большое количество промышленных предприятий и, в основном, это предприятия металлургической отрасли, в процессе деятельности которых в атмосферу выделяется большое количество вредных веществ. Также большой вред окружающей среде наносит автомобильный транспорт. Почвы урбанизированных территорий подвергаются тем же вредным воздействиям, что воздух и вода. При этом все вредные вещества, содержащиеся в воздухе, оседают на почву (в том числе в виде осадков). Почвы города в значительной степени загрязнены бытовыми и промышленными отходами, уличным мусором. Одним из следствий подобного влияния является разрушение естественных взаимосвязей в почвенных сообществах. Учитывая важность и актуальность проблемы загрязнения почв городских экосистем, мы предприняли попытку определить степень загрязнения окружающей среды методом биотестирования вытяжек образцов почв, взятых в разных по антропогенной нагрузке участках города Челябинска. Учитывая, что загрязняющие вещества, находящиеся в воздухе и, следовательно, в почвах города могут изменять их кислотность, мы решили определить pH исследуемых нами почв и предложить для озеленения данных районов виды деревьев с учетом не только климатической зоны нашего региона, но и степени кислотности почвы. **Гипотеза:** почвы в разных районах города в зависимости от воздействия антропогенного фактора могут быть загрязнены неодинаково (в зависимости от близости промышленных предприятий) и иметь разную кислотность. **Объектом** нашего исследования были образцы почв 6-ти участков города Челябинска, отличающиеся по степени антропогенной нагрузки на среду: 3 пробы были взяты около промышленных предприятий и 3 - в парках, расположенных в черте города. В качестве тест - объекта были использованы семена огурцов, как наиболее чувствительные к загрязнению среды. **Предмет исследования:** энергия прорастания семян и реакция проростков огурцов, которые очень чувствительны к загрязнению среды и кислотность (pH) почвенных вытяжек. **Цель исследования:** биотестирование образцов почв города Челябинска для установления степени их загрязнения и определение их кислотности, составление списка видов деревьев, пригодных для озеленения исследуемых районов города с учетом не только климатической зоны региона, но и степени кислотности почвы. В соответствии с поставленной целью исследования были поставлены следующие **задачи:**

1. Изучить проблему состояния почвенной среды города по литературным источникам;
2. Провести биотестирование почвенных вытяжек из образцов почв города Челябинска подвергающихся различной степени антропогенной нагрузки на элонгацию корня огурца сорта «Кузнечик».

3. Определить кислотность почвенных растворов (рН) образцов почв 6-ти участков города Челябинска, отличающиеся по степени антропогенной нагрузки на среду: 3 пробы были взяты около промышленных предприятий и 3 - в парках, расположенных в черте города с помощью индикаторной бумаги.

4. Изучить виды деревьев, произрастающих в местах отбора почв, типы кислотности почв, благоприятные для их произрастания.

5. Предложить для озеленения районов города виды деревьев, с учетом не только климатической зоны региона, но и степени кислотности почвы.

Методы исследования: анализ литературы и публикаций сети Интернет по исследуемой теме, экспериментальный метод и метод обобщения.

Оборудование: рулетка, штыковая лопата, лабораторные весы, лабораторная химическая посуда, сито с ячейкой 1 мм, дистиллированная вода, мерные стаканы, полоски индикаторной бумаги.

I. Литературный обзор

1.1. Проблема состояния почвенного покрова городской среды

Почва – достаточно сложный объект, сочетающий в себе признаки живой и неживой природы. Тем не менее, при правильном выборе методик, изучение почв может быть доступным для начинающих исследователей. Почва, в отличие от атмосферы, обладает некоторой способностью биологического самоочищения, однако нарушение природного механизма самоочищения вследствие физических, химических и механических воздействий способно привести ее к деградации [1,2,4,5]. Город поглощает огромное количество органической массы, снятой с почвы, которая не возвращается в нее, а сжигается на свалках, нагромождается в виде мусорных куч, смывается канализационными водами или поднимается в атмосферу. Значительный вред городским биоценозам наносит сжигание листвы, в результате чего нарушается биологический цикл питательных элементов почвы. Почвы постепенно беднеют, состояние произрастающей на них растительности ухудшается. Тяжелее всего почва справляется с жидкими и твердыми токсическими отходами. Вследствие промышленных выбросов в почве накапливается значительное количество химических соединений, губительно действующих на живые организмы. К таким веществам относятся соединения ртути, мышьяка, меди, свинца, фтора. Выбросы автотранспорта резко усугубляют картину химического загрязнения городских территорий, прежде всего придорожных почвогрунтов. Загрязнение городской среды нефтью и нефтепродуктами появляется в результате работы автотранспорта, автозаправочных станций, крупных нефтехранилищ. На территории города Челябинска основными загрязнителями почвы химическими веществами являются предприятия черной и цветной металлургии, теплоэнергетики и автотранспорт. Стабильно неблагоприятной остается ситуация с превышением гигиенических нормативов по содержанию тяжелых металлов в почвах города и области в целом. Избыточное накопление в городских почвах различных элементов в токсичных

концентрациях непосредственно и косвенно влияет на городские растения, снижая продуктивность зеленых насаждений, вызывая их гибель. Учитывая, что на степень загрязнения почвы влияет степень загрязнения воздуха, один из доступных методов улучшения воздуха в городской среде является озеленение. При этом помимо дополнительного высаживания деревьев, необходимо проводить мониторинг состояния существующих зеленых насаждений и почв, на которых они произрастают, с целью улучшения среды их обитания или возможности замены погибших деревьев на виды, которые способны выживать в условиях данных загрязнений и изменившейся кислотности почвы.

1.2. Роль биотестирования в оценке степени загрязнения среды

Биотестирование – один из методов биологического анализа. Биотестирование почвы с помощью растений является стандартным приемом в биоэкологических исследованиях и может быть использовано при оценке степени их загрязнения. Под биотестированием понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест - объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест – объектов. Тест – объект – это организм, используемый при оценке токсичности химических веществ, природных и сточных вод, почв, донных отложений, кормов и пр. Тест – объекты с известной степенью приближения дают количественную оценку токсичности почвенной среды [2,4,5].

Обычно живые организмы, в той или иной степени реагируют на изменения окружающей среды. В порядке возрастания толерантности к загрязнениям организмы располагаются в следующий ряд: грибы, лишайники, хвойные, травянистые растения, листопадные деревья. Среди сельскохозяйственных культур наиболее чувствительными к загрязнениям окружающей среды являются салат, люцерна, злаковые, крестоцветные, огурцы, а нечувствительными - кукуруза, виноград, розоцветные, подорожник. Указанные градации не являются одинаковыми для всех видов загрязнителей среды, т. к. степень их воздействия на тест – объекты разная.

Следует учитывать, что методы биотестирования должны отвечать следующим требованиям: относительная быстрота проведения опыта, получение достаточно точных и воспроизводимых результатов, наличие пригодных для биотестирования объектов в большом количестве.

Обычно используют мелкие семена (укропа, салата, льна, рыжика, огурца). Тесты на прорастание семян разработаны давно и применяются для установления воздействия различных физиологически активных веществ, а также для токсикологической оценки различных компонентов окружающей среды, в том числе и почвенного загрязнения [4].

1.3. Измерение кислотности

В зависимости от географического положения, климата, состава растительности, наличия водоемов и близости подземных вод, влияния хозяйственной деятельности человека и других факторов в почвах устанавливается разный химический состав. От него зависит уровень кислотности почв (концентрации протонов водорода). Во время дождя или при поливе протоны водорода, содержащиеся в почве, высвобождаются в почвенный раствор и поглощаются клетками и тканями живых существ. Многие из них очень чувствительны к концентрации протонов в среде и при отклонении от уровня кислотности от нормы гибнут. Показатель кислотности очень важен для растений [5].

Кислотность определяется при помощи измерения рН - водородного показателя. При значениях рН равных 7, среда считается нейтральной, при значениях меньших 7 - кислой, а при показателях превышающих 7 - щелочной.

Наиболее простым и доступным способом определения кислотности является использование индикаторной бумаги. В качестве измерений кислотности почвенных вытяжек мы использовали универсальную индикаторную бумагу «Роттингер».

II. Методика, материал исследования

2.1. Техника отбора образцов почв

Отбор образцов почв проводили в разных частях города, различающихся по степени антропогенного воздействия, загруженности улиц автотранспортом.

Образцы почв были взяты около трех промышленных предприятий и в трех парках, расположенных в разных районах города Челябинска (Приложение Б, рис.1).

Образцы отбирались в один и тот же день недели в субботу в первой половине июля 2018 г. Пробы, расположенные около промышленных предприятий, отбирались с северо-восточной стороны вдоль векторов «розы ветров» (Приложение Б, рис 2), в непосредственной близости к территории предприятия, на равном расстоянии от ближайших автодорог.

Точки отбора образцов: 1) Завод ЧЭМК; 2) Челябинский цинковый завод; 3) Завод МЕЧЕЛ; 4) Парк «Сад Победы»; 5) Парк имени А.С. Пушкина; 6) Парк имени Юрия Гагарина.

При отборе образцов почв с каждого объекта исследование мы определяли виды деревьев, произрастающие на месте отбора проб (с помощью определителя деревьев и кустарников). Результаты заносили в таблицу (Приложение А, таблица 1).

Были взяты образцы почв на глубине, равной длине штыка лопаты по стандартной методике (5 проб - по сторонам воображаемого квадрата и посередине). Верхнюю часть, представленную подстилкой, обычно не использовали. В каждой точке отбора проб мы выбрали три участка на равном расстоянии между собой и от автодорог. Общий вес проб с каждого объекта

составил 1 кг. Пробы поместили в полиэтиленовые мешки, пронумеровали и поместили в сумку-холодильник. В целях соблюдения техники безопасности пробы отбирались в стерильных перчатках, после каждого объекта тщательно обрабатывались руки обеззараживающими салфетками и менялись перчатки (Приложение Б, рис.3-8).

2.2. Подготовка почв к измерению кислотности и биотестированию

Образцы почв, взятые для анализа, сразу подвергли таковому, так как длительное хранение образцов не желательно (под влиянием жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, свойства почвы изменяются).

Для подготовки воздушно-сухого образца каждую пробу почвы рассыпали тонким слоем, пинцетом удаляли корни и другие растительные остатки. Образец делили по диагонали на четыре части. Две противоположные брали для анализа, а две другие сохраняли. Почву для опыта растирали, просеивали через мелкое сито, взвешивали на кальке, пересыпали в колбочку или стаканчик и заливали дистиллированной водой в соотношении 1/2,5 (Приложение Б, рис.9-14) [5].

После измерения кислотности образцы почвенных растворов энергично взбалтывали 10-15 минут и оставляли на сутки. Затем жидкость фильтровали через воронку со складчатым фильтром. Полученную водную вытяжку тестировали на загрязненность (Приложение Б, рис.17-20).

В качестве тест - объектов использовали семена огурцов сорта «Кузнечик». Семена огурца небольшие по размеру и данный сорт является скороспелым, что позволило провести исследование достаточно быстро.

2.3. Методика проведения эксперимента

Поскольку при проведении эксперимента использовалась стеклянная посуда, эксперимент проводился под контролем родителей с соблюдением техники безопасности.

Содержимое стаканчиков перемешали круговыми движениями в течение 5 минут, сразу же измерили рН тест полосками. Полоски помещали в раствор на 1-2 секунды, извлекали и через 15-20 секунд сравнивали появившийся цвет с эталонной шкалой и определяли уровень рН (Приложение Б, рис.13-16). Результаты записали в таблицу (Приложение А, таблица 2).

В данной работе в качестве тест - объектов использовались семена огурцов сорта «Кузнечик». Семена огурца небольшие по размеру и данный сорт является скороспелым, что позволяет провести исследование достаточно быстро. Для проведения биотестирования и в целях однородности пробы семена калибровали, т. е. отбирали примерно одинаковые по размеру и массе.

Семена огурца предварительно на 10-20 минут помещали в 1% раствор перманганата калия для обеззараживания, затем промывали водой и раскладывали в чашки Петри. На дно чашки Петри выкладывали несколько кружков фильтровальной бумаги увлажненной раствором соответствующей

почвенной вытяжки. Поверх фильтровальной бумаги располагали по 5 штук семян. Семена покрывали увлажненной раствором соответствующей почвенной вытяжки фильтровальной бумагой. Образцы накрывали непрозрачным материалом и выдерживали при постоянной температуре (комнатной) (Приложение Б, рис.21-32). В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Опыт проводили в трехкратной повторности. Для каждой серии рассчитывали среднее значение. Подсчитывали проросшие семена в два срока: через три дня (для определения энергии прорастания), и через семь дней (для определения реакции проростков). Проросшими считают семена, у которых лопнула кожура и показался кончик корня. При определении реакции проростков измеряли длину основного (главного) корня. Результаты записывали в таблицы 3 и 4, рис. 1-2 (Приложение А, рис. 1-2, Приложение Б, рис. 35-40).

III. Результаты исследований и их обсуждение

В данной исследовательской работе исследовали энергию прорастания и реакцию проростков семян огурца сорта «Кузнечик», которые проращивались на различных почвенных вытяжках. В процессе эксперимента мы выявили, что семена в пробах 1 (завод ЧЭМК) и 4 (Парк «Сад Победы») практически не дали проростков. Очень хорошая энергия прорастания и дальнейший рост проростков наблюдались во всех вариантах пробы 5 (парк имени А.С. Пушкина). Семена в пробе 3 (завод МЕЧЕЛ) изначально показали хорошую энергию прорастания, однако даже на 7-ой день размер основного корня проросших семян был очень маленьким (не более 1 см), на фильтровальной бумаге появились пятна ярко желтого и синего цветов и неприятный запах, что, вероятно, говорит о формировании в образцах неблагоприятной среды. В вариантах других проб таких изменений не наблюдалось.

По результатам биотестирования мы выявили, что наименьшую энергию прорастания семян показали пробы у Завода ЧМЭЖ (0%), что говорит о высокой степени загрязненности окружающей среды в данном районе города Челябинска. Наилучший результат показала проба в Парке имени А.С. Пушкина (87%), следовательно экологическая обстановка здесь наиболее благоприятная. Наименьший результат энергии прорастания среди парков показала проба из парка «Сад Победы» (7%), что может объясняться близостью завода ЧМЭЖ и автодорог, а также розой ветров и попаданию в почвы загрязнений через воздушные потоки и осадки [3]. Также низкую степень энергии прорастания показала проба почвы из парка имени Юрия Гагарина (27%), несмотря на местоположение в наиболее благоприятном районе города. Данный результат возможно зависит не только от загрязненности окружающей среды, но и от особенностей химического состава почв, сформированных в хвойном лесу при близком выходе к поверхности гранитных плит.

В целом показатели энергии прорастания семян в пробах, взятых в парках, оказались выше, чем в пробах у заводов, что подтверждает нашу

гипотезу о влиянии промышленных предприятий и автодорог на загрязнение почвенного покрова (Приложение А, таблицы 3-4; рис.1-2).

Мы определили виды деревьев и кустарников, произрастающих на исследуемых территориях. В основном это тополь черный, ива остролистная, клен татарский, береза повислая. Реже встречаются яблоня дикая, роза коричная (шиповник), рябина обыкновенная, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, ель колючая. Результаты занесли в таблицу (Приложение А, таблица 1).

Мы определили степень кислотности почв, результаты определения кислотности почв и виды деревьев или меры улучшения качества почв приведены в таблице 2 (приложение А): в парках «Сад Победы» и имени А.С. Пушкина (образцы 4, 5) почва нейтральная, при этом большинство деревьев, произрастающих в них, нуждаются в кислой почве. В парке имени Юрия Гагарина произрастают в большей части хвойные растения, которым также необходима кислая почва, однако по результатам исследования установлено, что почва является сильнощелочной, что может отрицательно влиять на хвойные деревья. Следовательно, почвы в данных парках нуждаются в подкислении, возможно путем внесения сульфата железа, аммиачной селитры и других. Почвы возле промышленных предприятий имеют различную кислотность: проба 1 (Завод ЧЭМК) имеет кислую реакцию, пробы 2 (Челябинский цинковый завод) и 3 (Завод МЕЧЕЛ) – щелочную. Поэтому мы предложили для озеленения территории около завода ЧЭМК такие древесные породы, как дуб, ива, береза, ель, пихта, сосна, но хвойники могут не выдержать воздушного загрязнения. Для озеленения территории около завода МЕЧЕЛ и Челябинский цинковый завод лучше использовать клен и сирень (Приложение А, таблица 2).

В целом наша гипотеза подтвердилась, но не полностью. Степень загрязненности почв у промышленных предприятий больше чем у парков. Но при этом установлено, что наименее загрязнённые почвы в парке имени А.С. Пушкина. Наиболее загрязненные почвы выявлены у завода ЧЭМК и в парке «Сад Победы», что может объясняться неблагоприятной «розой ветров», поскольку выбросы предприятий под воздействием ветра попадают в северо-восточную часть города Челябинска. Неоднозначный результат показала проба в наиболее благоприятном районе города – в парке «имени Юрия Гагарина», что может объясняться с учетом сильнощелочной среды почвы влиянием дополнительных факторов, например содержанием в почве каких-либо микроэлементов неблагоприятных для данного сорта тест - объекта.

Выводы

В результате проведенных исследований мы -

1. изучили проблему состояния почвенной среды города по литературным и Интернет – источникам;

2. провели биотестирование почвенных вытяжек из образцов почв города Челябинска подвергающихся различной степени антропогенной нагрузки, взяв в качестве тест – объекта семена огурца сорта «Кузнечик»;

3. определили кислотность почвенных растворов (рН) образцов почв 6-ти участков города Челябинска, отличающиеся по степени антропогенной нагрузки на среду (3 пробы были взяты около промышленных предприятий и 3 - в парках, расположенных в черте города) с помощью индикаторной бумаги;

4. определили и изучили виды деревьев, произрастающих в местах отбора проб почв;

5. предложили для озеленения исследуемых районов города виды деревьев, с учетом не только климатической зоны региона, но и степени кислотности почвы.

С целью **практического применения** результаты эксперимента систематизировали в таблицах и передали в Министерство экологии Челябинской области, где они были признаны актуальными и были направлены в администрацию города Челябинска для учета при формировании планов озеленения города Челябинска в рамках программы «Зеленый город» в период с 2020 по 2025 г. (Приложение Б, рис. 41-42). **Новизна работы** заключается в создании карты в программе Google Earth, для занесения данных по экологическому мониторингу, которая может использоваться учениками нашего лицея для обмена данными между учащимися занимающимися научными исследованиями. В дальнейшем мы планируем продолжить данную работу, расширив географию исследования.

Список литературы

1. Горелов, А.А. Экология: Учебное пособие для вузов /А. А. Горелов, И.С. Румянцев, М.А. Попов. – М.: Юрайт-М, 2001. -312 с.

2. Биологические методы оценки природной среды // Под ред. А.М. Гидалевич. – М.: Наука, 1978. – 279 с.

3. Роза ветров [Электронный ресурс] URL: <http://www.chel.aif.ru/society/175927> (фото), (дата обращения: 28.06.2018).

4. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды. / А.И. Федорова, А.Н. Никольская – М.: Владос, 2001. – 288 с.

5. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Ючаева – М.: Вентана-Граф, 2007. – 382 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1

Виды деревьев и кустарников, произрастающих на исследуемых почвах

№ пробы	Наименование объекта	Виды деревьев и кустарников
1.	Завод ЧЭМК	<i>Тополь черный, ива серебристая, клен татарский</i>
2.	Челябинский цинковый завод.	<i>Тополь черный, клен американский, роза коричная (шиповник), яблоня дикая, акация желтая</i>
3.	Завод МЕЧЕЛ	<i>Тополь черный, клен американский, ива серебристая, береза повислая</i>
4.	Парк Сад Победы.	<i>Лиственница сибирская, береза повислая, сосна обыкновенная</i>
5.	Гор.сад имени А.С. Пушкина	<i>Ель колючая, тополь черный, дуб черешчатый, липа сибирская</i>
6.	ЦПКиО имени Ю.А. Гагарина.	<i>Сосна обыкновенная, рябина обыкновенная, береза повислая, лиственница сибирская</i>

Таблица 2

Значение кислотности исследуемых почв и рекомендуемые для озеленения деревья или меры для улучшения почв

№ пробы	Значение рН	Среднее значение, рН (кислотности)	Рекомендуемые для озеленения деревья или меры для улучшения почв
Проба 1 Завод ЧЭМК	1/1	6	Дуб, ива, береза, ель, пихта, сосна (но ель, пихта и сосна могут не выдержать воздушного загрязнения)
	1/2	6	
	1/3	7	
Проба 2 Челябинский цинковый завод.	2/1	8	Клен, сирень
	2/2	8	
	2/3	8	
Проба 3 Завод МЕЧЕЛ	3/1	9	Клен, сирень.
	3/2	10	
	3/3	10	
Проба 4 Парк Сад Победы	4/1	7	Внесение в почву гранулированной серы
	4/2	7	
	4/3	7	
Проба 5 Гор.сад имени А.С. Пушкина	5/1	8	Внесение в почву гранулированной серы
	5/2	7	
	5/3	7	
Проба 6 ЦПКиО имени Ю.А. Гагарина.	6/1	9	Внесение в почву гранулированной серы
	6/2	10	
	6/3	10	

Таблица 3

Энергия прорастания семян огурца сорта «Кузнечик»

№ пробы	Количество проросших семян на 3-й день, шт.		Среднее значение, шт./%	
Контроль 0 (дистиллированная вода)	0/1	3	6 из 15	40%
	0/2	2		
	0/3	1		
Проба 1 (Завод ЧЭМК)	1/1	0	0 из 15	0%
	1/2	0		
	1/3	0		
Проба 2 (Челябинский цинковый завод)	2/1	0	9 из 15	60%
	2/2	4		
	2/3	5		
Проба 3 (Завод МЕЧЕЛ)	3/1	0	6 из 15	40%
	3/2	4		
	3/3	2		
Проба 4 (Парк Сад Победы)	4/1	0	1 из 15	7%
	4/2	0		
	4/3	1		
Проба 5 (Гор.сад имени А.С. Пушкина)	5/1	4	13 из 15	87%
	5/2	4		
	5/3	5		
Проба 6 (ЦПКиО имени Ю.А. Гагарина.)	6/1	2	4 из 15	27%
	6/2	0		
	6/3	2		

Таблица 4

Реакция проростков семян огурца сорта «Кузнечик» на почвенные вытяжки

№ пробы	Длина главного корня, см						Средняя длина главных корней проростков варианта пробы, см	Средняя длина главных корней проростков пробы, см
	1	2	3	4	5			
0/1	0,4	0,2	0,4	0	0		1,0	0,4
0/2	0,3	0,2	0	0	0		0,25	
0/3	0,3	0,1	0,1	0	0		0,17	
1/1	0	0	0	0	0		0	0
1/2	0	0	0	0	0		0	
1/3	0	0	0	0	0		0	
2/1	0,1	0	0	0	0		0,1	1,1
2/2	1	0,5	0,3	1	0		0,36	
2/3	1,5	1,2	0,3	0,2	0,3		0,65	
3/1	0	0	0	0	0		0	0,5
3/2	0,9	0,3	0,1	0,1	0		0,4	
3/3	0,1	0,1	0	0	0		0,1	
4/1	0,1	0,3	0,1	0	0		0,17	0,6
4/2	0,3	0	0	0	0		0,3	
4/3	0,1	0	0	0	0		0,1	
5/1	0,5	9,4	1	0,2	0		2,78	6,5
5/2	10,1	11	0,8	0,3	0		5,57	
5/3	16,9	10,3	14,4	13,5	0,8		11,18	
6/1	1,1	0,3	0,1	0	0		0,5	0,8
6/2	0	0	0	0	0		0	
6/3	1,7	1,8	0	0	0		1,75	

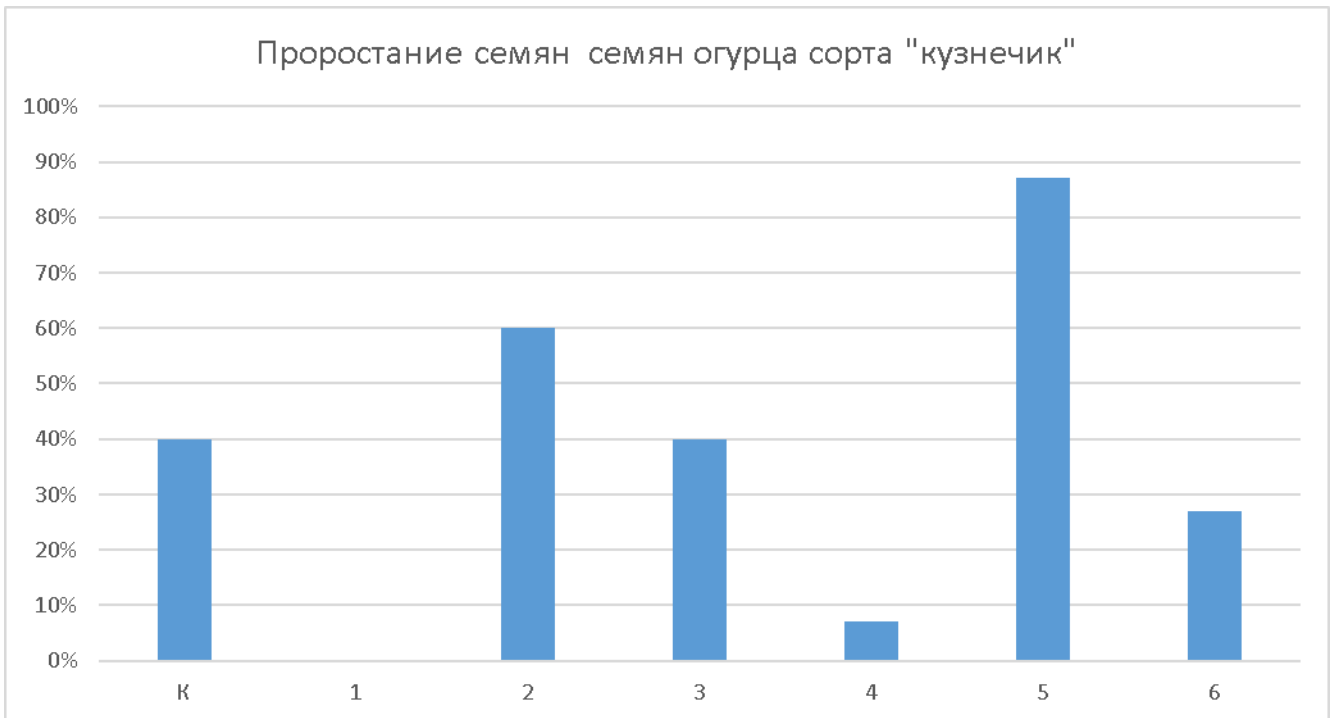


Рис. 1. Энергия прорастания семян огурца сорта «Кузнечик»



Рис. 2. Реакция проростков семян огурца сорта «Кузнечик» на почвенные вытяжки

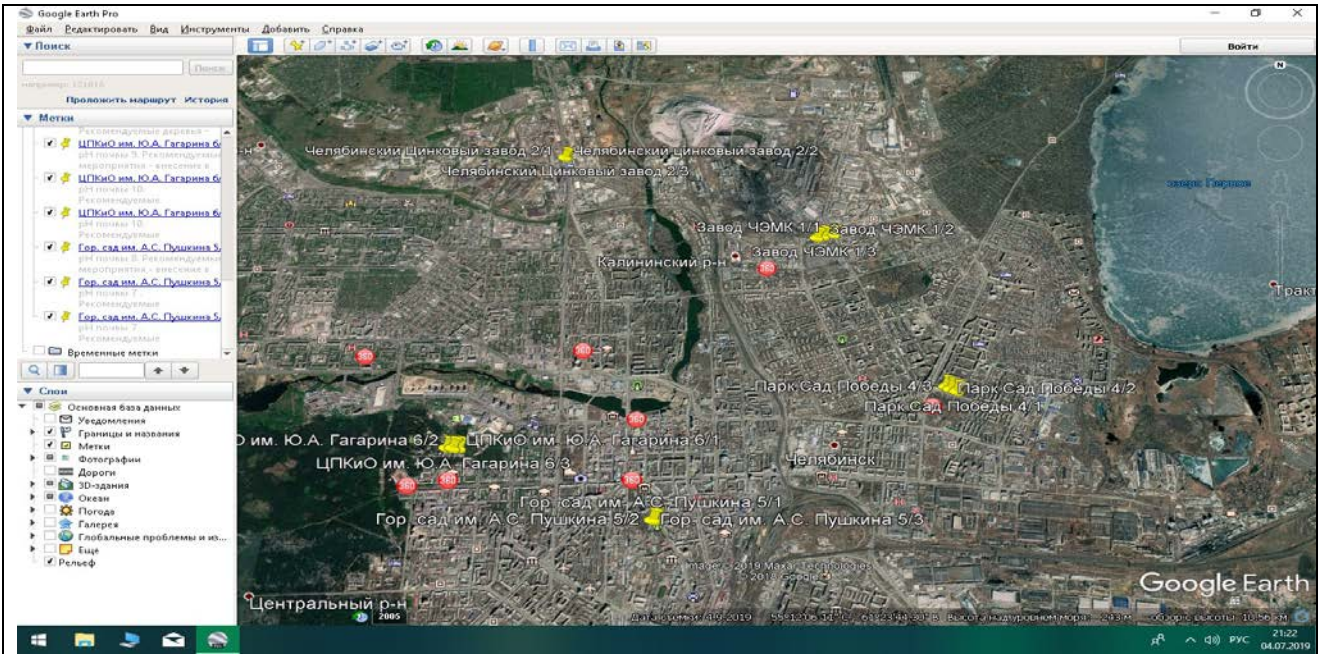


Рис.1. Карта отбора проб

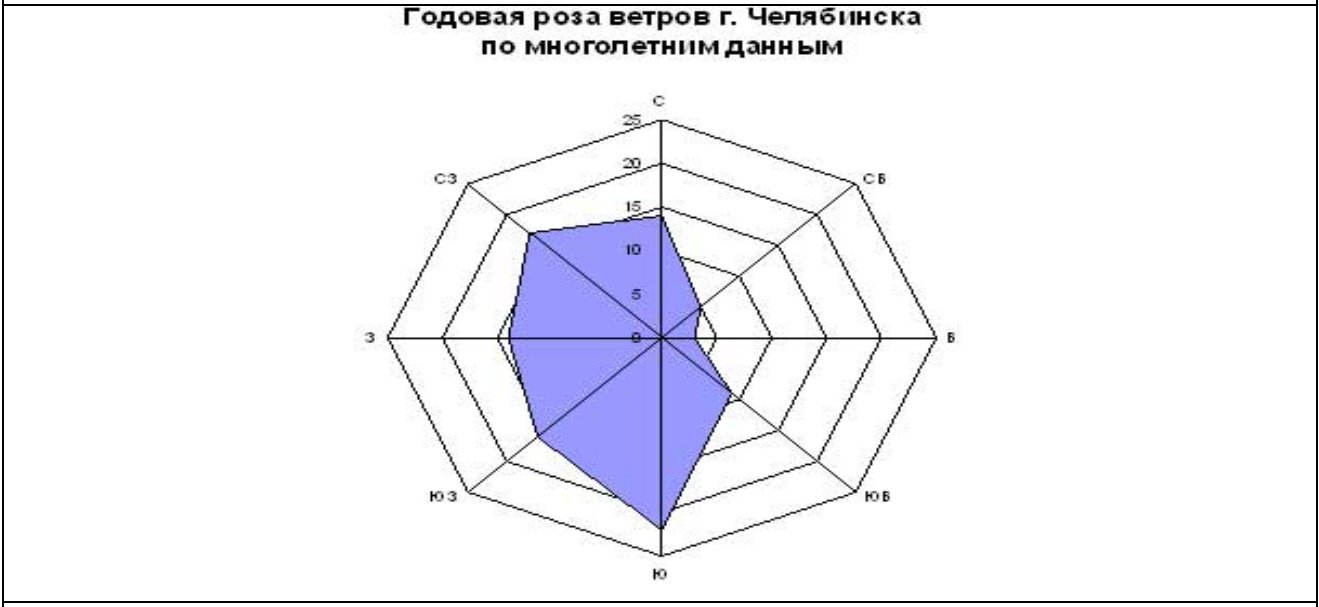


Рис.2. Роза ветров в г. Челябинске



Рис. 3-8 Процесс отбора образцов почв



Рис.9-14 Подготовка почвы к исследованию



Рис. 15-16 Измерение кислотности почвы



Рис. 17-20 Подготовка почвенных вытяжек





Рис. 21-32 Процесс помещения семян в чашки Петри



Рис. 33-34 Проростки семян через три дня

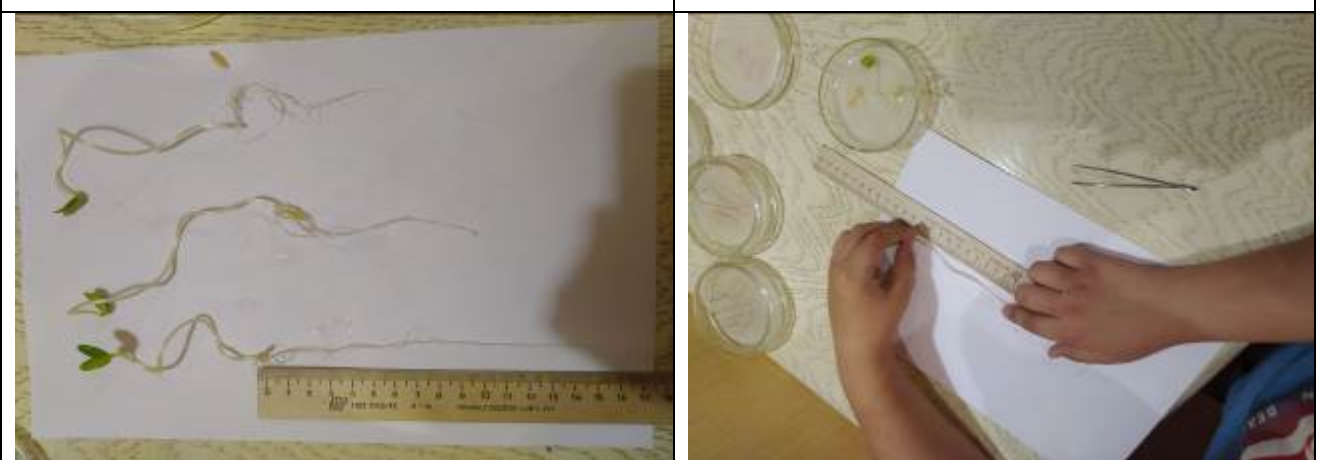
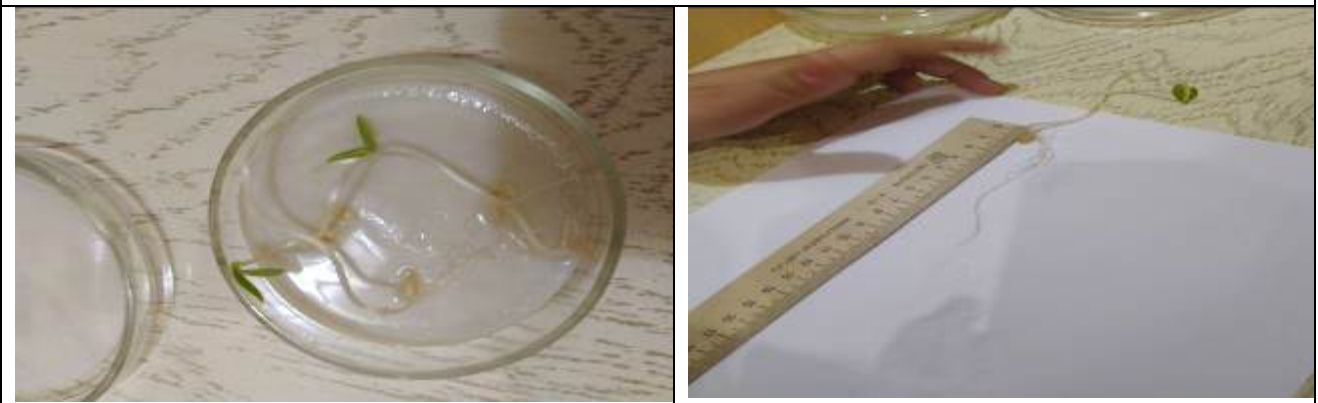


Рис. 35-40 Измерение проростков семян через семь дней

<p>«06» сентября 2019 г.</p> <p>Министерство экологии Челябинской области И.о. министра Лихачеву Сергею Федоровичу</p> <p>от ученика 4 класса МАОУ «Лицей № 192 г. Челябинска» Желандинова Богдана Рустамовича г. Челябинск, ул. Шумелская, д. 31, кв. 125</p> <p>Уважаемый Сергей Федорович!</p> <p>В целях практического применения выполненной мной работы «Биотестирование почв г. Челябинска» и использования ее для мониторинга состояния окружающей среды и озеленения г. Челябинска, в частности Вам содержащиеся в работе результаты исследований степени загрязненности почвы г. Челябинска и предложения по озеленению г. Челябинска с учетом кислотности почвы.</p> <p>Приложение: 1. Результаты исследований.</p> <p>С уважением, Желандинов Богдан</p> <p>Министерство экологии Челябинской области ИНН 1047421228161 И.о. М.П. 09 30 19</p>	<p></p> <p>МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ</p> <p>пр. Космонавтов, д. 37, Челябинск, 454081 (почтовый адрес: ул. Кирова, д. 114, Челябинск, 454009) Телефон: (8-351) 264-66-80, факс: (8-351) 264-59-12, E-mail: mep@chelyabinsk.ru, www.mep.chel.ru ОГРН: 1047421228161, ОГРН/ИНН: 745335776745301001</p> <p>от <u>Желандинов Б.Р.</u> <u>01/09/19</u></p> <p>№ _____ от _____</p> <p>г. _____</p> <p>Б.Р. Желандинову 454000, г. Челябинск, ул. Шумелская, д. 31, кв. 125</p> <p>Уважаемый Богдан Рустамович!</p> <p>По результатам рассмотрения представленной Вами в Министерство экологии Челябинской области (далее Министерство) исследовательской работы «Биотестирование почв города Челябинска» сообщено следующее. Выполненные Вами исследования и полученные результаты очень актуальны для города Челябинска.</p> <p>В настоящее время, во исполнение поручения Губернатора Челябинской области А.Л. Текелера Министерство ведет разработку проекта государственной подпрограммы Челябинской области «Зеленый город», в соответствии с которой в период 2020-2025 годов будет осуществляться комплексное озеленение городов Челябинской области. Представленные Вами результаты исследований направлены в администрацию города Челябинска для учета при формировании планов озеленения города Челябинска.</p> <p>Выражаю благодарность за неравнодушное отношение к экологическим проблемам города Челябинска, за проведенные исследования, нацеленные на практическое применение результатов исследований во благо города и горожан.</p> <p>Министр  С.Ф. Лихачев</p> <p>Маслягина Ольга Юрьевна (351) 264-68-91</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рис. 41-42 Письмо в Министерство экологии Челябинской области с предложением по озеленению в рамках программы «Зеленый город» и ответное письмо