ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ – ПЕТЕРБУРГА КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение ГБОУ школы №497 Невского административного района г. Санкт – Петербурга

Адрес: 193079, Санкт-Петербург, Октябрьская набережная, дом 70, корпус 2, литер А

Телефон/факс 8 (812) 446 17 62, e-mail: school497@mail.ru

ПРОЕКТНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

**Экологический мониторинг токсического загрязнения почвы «Дача Чернова»**

**с использованием метода биотестирования**

**Руководитель проекта**:

Кабакова Дина Васильевна

заместитель директора по УВР,

учитель химии и биологии

**Работу выполнили:**

Корешова Наталья Михайловна,   
 обучающаяся 9в класса   
 Курочкина Анастасия Валерьевна,  
 обучающаяся 9в класса

г. Санкт – Петербург

2017

**Содержание**

I.Введение …………………………………………………………………..3-5

II. Литературный обзор………………………………………………………5-12

2.1. Химические факторы риска заражения ионами тяжелых металлов в Невском районе………………………………………………………………5-8

2.2. Оценка медико-экологической ситуации в Невском районе…………..9-11

2.3. Свинец и здоровье детей………………………………………………..11

2.4. Кресс-салат – тест-объект окружающей среды территории парка Чернова………………………………………………………………………..11-12

III. Методика проведённых исследований………………………………….13-16

IV**.** Результаты исследований и их анализ………………………………....16-28

V. Вывод………………………………………………………………………28-29 VI. Заключение………………………………………………………………..29

VII**.** Литература………………………………………………………………30-31

VIII. Приложение…………………………………………………………….32-38

1. **Введение**

В настоящее время число веществ-загрязнителей, способных влиять на экологическое состояние окружающей среды, превысило миллион наименований, и ежегодно синтезируется свыше четверти миллиона новых веществ [5].

В результате преобразований в природной среде происходит синтез новых соединений, которые могут быть токсичнее исходных ингредиентов. Примерами таких веществ могут быть соединения тяжёлых металлов с детергентами [7]. Методы биотестирования, основанные на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, способны давать достоверную информацию о качестве компонентов окружающей среды, в том числе почв. Эти методы оценки имеют следующие характеристики:

* быстрота проведения;
* доступность и простата проведения экспериментов;
* воспроизводимость и достоверность полученных результатов;
* экономичность как в материальном отношении, так и по трудозатратам;
* объективность полученных результатов.

По сути, биотестирование – это определение токсичности пробы (воды, почвы и т.д.) для данной культуры организмов в лабораторном эксперименте [11, 12]. В основе биотестирования лежит такой метод, как биологическое моделирование. Всякая модель является в определенной мере специфической формой отражения действительности. При биотестировании происходит перенос знаний с простой системы (смоделированной экосистемы в лабораторном опыте) на более сложную (экосистему в реальных условиях). При таком подходе важным является выбор тест-культуры и параметров изменения ее жизнедеятельности.

К числу приоритетных направлений исследований в сфере охраны окружающей среды относятся биогеохимические исследования состояния почв вдоль крупных магистралей. Биологическая часть указанных исследований представляется невозможной без осуществления биотестирования с помощью проростков растений, позволяющего оценить уровень суммарного воздействия загрязнения почв на растительные организмы в одной из самых уязвимых стадий развития (прорастания).

1. **Актуальность:** в данной работе рассматривается возможность своевременного и предварительного мониторинга загрязнений природной среды путем дешевого, краткосрочного и показательного метода биотестирования образцов почвы парка «Дача Чернова», расположенного вдоль крупной автомагистрали правобережной части Октябрьской набережной Невского района города Санкт-Петербурга.

Экологические проблемы города существуют уже давно и являются следствием расширения самого города, его промыш­ленности. Особенно актуальными экологические проблемы заражения природной среды тяжелыми металлами являются в Невском районе Санкт-Петербурга, потому что он является крупным промыш­ленным и транспортным узлом, характеризуется значитель­ной нагрузкой на все компоненты окружающей среды. На его территории наблюдается повышенная степень экологического риска для здоровья населения.

**1.2 Гипотеза:** предполагаем возможность использования растения «кресс-салат» в качестве тест-объекта для оценки состояния почвы парка «Дача Чернова», расположенного рядом с магистральной трассой, на предмет присутствия в ней ионов свинца. Ожидаем, что повышение концентрации ионов свинца в искусственно зараженной почве приведет к гибели растения кресс-салата.

**1.3 Объект исследования:**

* ***кресс-салат;***
* ***три образца почвы*** взятые, в зависимости от удаленности от магистральной трассы, с разных мест территории парка «Дача Чернова»;
* ***пять образцов почвы (***«Живая земля. Универсал», продукция ЗАО «МНПП» ФАРТ», Санкт-Петербург), искусственно зараженных ионами свинца.

**1.4 Предмет исследования:** процесс прорастания, рост и развитие семян растения кресс-салата в трёх образцах почвы (территория парка дачи Чернова) и в пяти образцах почвы (искусственно зараженная).

**1.5 Цель работы:**определение фитотоксичности исследуемых проб почвы по проросткам растения кресс-салата, выяснение того максимального порога концентрации ионов тяжелых металлов в почве, которое влечет за собой гибель растения.

* 1. **Задачи:**
* оценить фитотоксичность образцов почвы, взятых вдоль исследуемой магистрали;
* определить уровень загрязнения почвы парка «Дача Чернова» по прорастанию семян в субстрате, по биометрическим параметрам роста и развития растения кресс-салата в исследуемых пробах почв;
* выяснить тот порог максимальной концентрации ионов тяжелого металла (на примере свинца) в почве, превышение которого влечет за собой гибель растения.

**Дата и место проведения.** Изучение необходимой литературе по этой теме мы начали с весны 2016 года. Место проведения: парк «Дача Чернова» (Октябрьская набережная, дом 72 «Усадьба Сосновка»). Экспериментальную часть своей исследовательской работы мы проводили в школьной лаборатории.

**II.** **2.1. Химические факторы риска заражения ионами тяжелых металлов в Невском районе.**

Тяжелые металлы весьма опасны, они обладают способностью накапливаться в живых организмах, увеличивая свои концентрации по пищевым цепям, что, в конечном счете, представляет огромную опасность для здоровья человека. Высокотоксичные и радиоактивные металлы, попадая в организм человека, вызывают так называемые экологические болезни.

Сегодня Невский административный район – один из самых крупных районов Санкт-Петербурга. На его территории сосредоточено более 60 крупных и средних предприятий, среди которых такие гиганты, как ОАО «Пролетарский завод», ОАО «Пивоваренный завод «Вена», ОАО «Звезда», ЗАО «Ломоносовский фарфоровый завод», ТЭЦ-5 ОАО Ленэнерго, ЗАО «Невская косметика», АООТ «Невский завод».

Многие виды промышленности, особенно химическая и металлургическая, а также автотранспорт служат источником загрязнения окружающей среды ксенобиотиками, то есть соединениями, абсолютно чужеродными для организма человека.

Анализируя воздушную среду организма района, выяснили, что основным источником загрязнения атмосферного воздуха в Невском районе, как и в целом по городу, остается автотранспорт. Вклад автотранспорта в валовой выброс загрязняющих веществ в 2016 году по району составляет около 82% [6]. Загрязнение района выбросами автотранспорта происходит, в первую очередь, за счет автомагистралей областного и федерального значения с интенсивным движением как городского, так и транзитного транспорта, к которым относятся набережные по обеим сторонам реки Невы (Октябрьская на6ережной и проспекта Обуховской обороны), а также ул. Ивановская и ул. Народная, переходящая в Мурманское шоссе.

Следует отметить, что на район оказывают неблагоприятное воздействие выбросы вредных веществ от предприятий Фрунзенского, Пушкинского и Московского районов, находящихся с подветренной стороны [6].

Основными стационарными источниками загрязнения атмосферного воздуха в районе являются следующие предприятия: ОАО «Невский завод», ОАО «Балтийский алюминий», ЗАО «Ломоносовский фарфоровый завод», Завод ЖБИ ПО «Баррикада», завод ЖБИ ПО «Баррикада», трамвайный парк ГУП «Горэлектротранс», ЗАО АБЗ «Магистраль», 000 «Браво Интернейшнл», ОАО «Вена», ЗАО «Невская косметика», ЗАО «Звезда» и еще более 120 различных предприятии. Район характеризуется наличием большого количества предприятий тяжелого машиностроения, строительной, пищевой и транспортной промышленности, объектами теплоэнергетики. В районе имеются магистрали городского и междугородного значения, такие как: пр. Обуховской Обороны, пр. Большевиков, Дальневосточный пр., пр. Елизарова, Октябрьская наб., ул. Седова, ул. Ивановская, ул. Народная с интенсивным движением как городского, так и транзитного транспорта.

Вся территория района обследована на тяжелые металлы (см. «Приложение» таб. №1, стр.32). Степень исследования полная. Невский район - единственный район города, где на территории муниципального образования «Народный» выполнено картирование загрязнения почв токсикантами (см. «Приложение» рис.1, стр. 33). В результате обследования загрязненности почв тяжелыми металлами установлено:

- территория Невского административного района интенсивно загрязнена тяжелыми металлами, причем содержание хрома, свинца, молибдена, марганца, ванадия превышает средние значения для исторического центра города.

Полученные цифровые данные сравнивали с величиной соответствующих санитарно-гигиенических ПДК и транслокационным показателем вредности, характеризующим переход вещества из почвы в растение.

По уровню содержания в почве определяемые тяжелые металлы (для которых установлен транслокационный показатель) можно подразделить на 3 группы.

1 группа – тяжелые металлы, содержание которых не превышает величину ПДК и значение транслокационного показателя вредности. К ним относятся: кадмий и марганец. Концентрация большинства из них в несколько раз меньше установленных нормативов.

2 группа – тяжелые металлы, содержание которых превышает величину ПДК, однако, ниже значения транслокационного показателя вредности. К таковым относится кобальт и ванадий.

3 группа – тяжелые металлы, содержание которых выше величины ПДК и значения транслокационного показателя вредности. К таковым относится свинец и мышьяк.

Для некоторых из исследуемых тяжелых металлов установлены лишь ориентировочные ПДК (валовое содержание), в частности, для никеля, цинка и меди.

По степени загрязнения тяжелыми металлами Невский район занимает 8 место в городе, что характеризует его как загрязненного на среднегородском уровне. Однако следует учитывать, что загрязнение его отдельных частей значительно выше и значимость химических факторов риска для района очень велика [6].

Выделяется несколько зон опасного загрязнения почв, связанных

* *с деятельностью предприятий:*

- от Обводного канала до Ивановской улицы,

- промзона в районе Дачи Долгорукова,

- район ОАО «Научно-производственная фирма «Мигмент»;

* *автомобильного транспорта:*

- полоса вдоль Ивановской и Народной улицы,

- участки вдоль пр. Обуховской обороны, Товарищеского т Шлиссельбргского проспектов;

* *железнодорожного транспорта:*

- ст. Сортировочная,

- ОАО «Октябрьская электровагоноремонтный завод»,

- пустыри вдоль железной дороги в районе Обухово – Рыбацкое.

**2.2. Оценка медико-экологической ситуации в Невском районе.**

Впервые в Санкт-Петербурге Региональным геоэкологическим центром совместно с Центром Госсанэпиднадзора в Невском районе выполнены расчеты риска здоровью от загрязнения почв.

Оценка риска производилась для детей, так как они имеют наибольшие контакты с почвой - грунтами, данные по состоянию их здоровья находятся в том же районе, где они проживают. Кроме того, дети наиболее подвержены воздействию экологического состояния территории.

Для оценки использовались данные детской заболеваемости по медицинским поликлиническим участкам за 10 лет. На первом этапе оценки риска были вычислены коэффициенты корреляции между содержанием отдельных тяжелых металлов на территории врачебных участков поликлиник и уровнями детской заболеваемости. При обнаружении отчетливых тенденций к связи между этими показателями, вычислялся фактор пропорции (slope - factor - SF) роста дополнительных случаев заболеваний от загрязнения почвы.

Суммируя прогнозируемый прирост заболеваемости всех нозологий, связанных с состоянием территории, были получены общие цифры, позволяющие выявить районы наибольшего ожидаемого прироста заболеваний.

Суммарный риск здоровью (число дополнительных случаев забо­леваний всех нозологий), связываемый с загрязнением почвы, можно ожидать:

- максимальный прирост заболеваемости из-за загрязнения территории можно ожидать для участка от площади Бехтерева до набережной Невы в районе моста Володарского и вдоль Народной улицы, причем, в последнем случае в основном за счет роста случаев новоо­бразований, болезней крови и кроветворных органов, болезней кожи;

- следует обратить внимание на участок повышенного риска здоровью, вытягивающийся от Невы до пересечения Искровского проспекта и ул. Антонова-Овсеенко с эпицентром на территории ПО «Пигмент» совпадающий с ореолом загрязнения мышьяком;

- в случае интенсивного воздействия Я6лоновской свалки на здоровье населения зона повышенного риска здоровью должна была 6ы вытягиваться от свалки в юго-восточном направлении, а на самом деле она располагается к северу (и даже северо-западу). Данный факт указывает на вероятное воздействие промзоны, располагающейся в районе станции Дача Долгорукова. Во всяком случае, ее воздействие не превышает воздействие промзон и не является первоочередной проблемой для Невского района.

Следует отметить, что расчетный риск здоровью напрямую не связан имеющимися сейчас фактическими данными по заболеваемости, а демонстрирует тенденции, потенциальные возможности, особенно при условии жилого строительства в наиболее неблагоприятных участках района [8, 10].

Таким образом, для Невского района характерно превышение среднегородских показателей детской и подростковой заболе­ваемости болезнями крови и кроветворных органов, болезнями кожи, новообразованиями и врожденными аномалиями - то есть практически всем набором нозологий, напрямую связанных состоянием окружающей среды. Именно по этим нозологиям выявлены устойчивые корреляционные связи с состоянием почв существует высокий риск дальнейшего роста заболеваемости, особенно в неблагоприятных зонах - от пл. Бехтерева до Володарского моста, вдоль Народной улицы и от пересечения Дальневосточного пр. и ул. Коллонтай до пересечения Искровского пр. и ул. Антонова-Овсеенко.

Анализ территориального распределение загрязнения почвы показал, что, например, загрязнение свинцом (с которым получены наиболее выраженные связи с врожденными аномалиями, болезнями нервной и эндокринной системы) практически совпадает с положением транзитных дорог. Это позволяет предположить источник этого загрязнения, а также допустить, что влияние загрязненной почвы происходит на фоне воздействия автотранспортного шума и загряз­ненного воздуха. В то же время, сильная связь загрязненности свинцом с различными видами заболеваний требует проведения более детального исследования, выводит данный токсикант на приоритетное место. Крайне актуальной является проблема обследования содержания свинца в биосредах у детей (волосы, кровь, моча).

**2.3. Свинец и здоровье детей.**

Основным показателем воздействия свинца на здоровье детей является уровень его содержания в крови. Свинец поступает в окружающую среду с выбросами автомобильного транспорта работающего на этилированном бензине, выбросами металлургических предприятий, полиграфических предприятий, машиностроительных производств (процессы пайки, рихтовки и др.), производств аккумуляторов и другой свинецсодержашей продукции.

Результаты ряда крупных международных и национальных проектов подтвердили, что при увеличении концентрации свинца в крови ребенка с 10 до 20 мкг/дл происходит снижение коэффициента умственного развития (IQ) [7]. У маленьких детей изменения психомоторных реакций связывают с повышенным поступлением свинца в организм при облизывании пальцев рук и игрушек, побывавших на загрязненной почве. Влияние свинца проявляется также в изменениях двигательной активности, координации движений, зрительно и слухомоторной реакции, слухового восприятия и памяти. Эти изменения в психоневрологическом статусе ребенка возможны и в более старшем возрасте, что выражается в трудностях обучения и поступления в высшие учебные заведения. Воздействие свинца вызывает определенные изменения в сердечнососудистой системе. Загрязнение окружающей среды свинцом оказывает влияние на состояние здоровья новорожденных [8].

**2.4. Кресс-салат – тест-объект определения фитотоксичности почвы парка Чернова**

В качестве тест-объекта для определения степени загрязнения почвы дачи Чернова, что находится рядом с образовательным учреждением, где мы обучаемся, использовали семена кресс-салата, поскольку согласно литературным данным [3] данный вид является чувствительным к аэротехногенному загрязнению почвы [10].

Кресс-салат - однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Биоиндикатор кресс-салат отличается 100%-ной всхожестью и быстрым прорастанием семян, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме загрязнения почвы, на кресс-салат оказывает влияние окружающей среды. Газообразные выбросы автомобилей вызывают морфологические отклонения от нормы у проростков кресс-салата, в частности уменьшают их длину.

Родина кресс-салата - Иран. В одичавшем виде распространен по всему земному шару. Возделывают в Средней Азии, на Кавказе и Дальнем Востоке. Зелень кресс-салата богата солями калия, кальция, фосфата. В ней содержатся йод, железо, рутин, витамин С, каротин и витамины группы В.

По химическому составу кресс-салат превосходит общепринятые традиционные овощи (белокочанную, цветную капусту, лук репчатый), как по содержанию минеральных веществах (К, Са, Na, Mg , и др.), так и по содержанию ряда витаминов. Содержащиеся в данном растении биохимические соединения выполняют важную роль в процессе обмена веществ в организме человека.

**III. Методика проведённых исследований.**

**Опыт №1: «Определение фитотоксичности почвы парка «Дача Чернова» и выявление уровня её загрязнения ионами тяжелых металлов.**

*(М.М. Бондарчук, Н.В. Ковылина. «Биология. Дополнительные материалы к урокам и внеклассным материалам по биологии и экологии в 10-11 классах» стр.150-153).*

**Цель:** определить фитотоксичность почвы парка и дать оценку уровню загрязнения опытных субстратов почв по проросткам растения кресс-салата.

**Объект исследования:** семена растения кресс-салат**,** образцы почв, взятых в трёх разных частях парка «Дача Чернова».

**Реактивы и оборудование:** чашки Петри,образцы почв, взятых в разных частях парка, семена овощного растение кресс-салат.

**Ход работы:** исследование биометрических показателей растения кресс-салата выращенного на почве территории парка **(биотестирование),** является методом определения фитотоксичности почвы. Это предположение основывается на положение о том, что кресс-салат обладает наибольшей чувствительностью к действию ионов тяжёлых металлов, в частности, ионов свинца.

Для эксперимента были использованы образцы почв, взятых вблизи дороги (проба №1), в центре парка (проба №2) и в непосредственной удалённости от дороги (проба №3) (см. «Приложение» рис.2, стр.34).

Данный опыт мы проводили в течениетрех сезонов: весны 2016 г, лета 2016 г, осени 2016 г, начиная с 17 апреля, повторяя опыт через каждые 3 месяца.Эксперимент заложен в соответствии со схемой в чашках Петри, ёмкостью 45г. **«Схема заложения опыта»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Число повторностей** | | |
| **1- (весна 2016 г)** | **2-(лето 2016 г)** | **3-(осень 2016 г)** |
| проба №1 | 3 | 3 | 3 |
| проба №2 | 3 | 3 | 3 |
| проба №3 | 3 | 3 | 3 |

Прежде чем ставить эксперимент по биотестированию загрязнения с помощью кресс-салата, партия семян, предназначенных для опытов, проверялась на всхожесть:

1. Для этого нами были взяты 9 чашек Петри.

2. В каждую последовательно насыпали речной песок слоем в 1см, накрыли фильтровальной бумагой, увлажнили его и бумагу до полного насыщения водой.

3. Внесли в каждую чашку по 50 семян кресс-салата, сверху их накрыли фильтровальной бумагой.

4. В каждую чашку последовательно, в соответствии со схемой опыта, внесли одинаковое количество земли - 40г, увлажнили одним и тем же количеством отстоянной водопроводной воды до влажности нижних слоев и неплотно накрыли стеклом.

За прорастанием семян наблюдали при комнатной температуре ≈ 20-22оС. Нормой считается прорастание 90-95% семян в течение 1-2 суток. Процент проросших семян от числа посеянных называется **всхожестью.**

**Опыт №2: «Определение степени влияния солей свинца различной концентрации на биометрические параметры растения кресс-салат»**

*(М.М. Бондарчук, Н.В. Ковылина. «Биология. Дополнительные материалы к урокам и внеклассным материалам по биологии и экологии в 10-11 классах», стр.150-153).*

**Цель:** проследить путь прорастания и развития кресс-салата от семени до взрослого растения, выявить возможную динамику отклонения от нормы роста и развития растения в зависимости от концентрации содержания в почве соли ацетата свинца.

**Объект исследования:** искусственно заражённая ионами свинца почва “Живая земля. Универсал»”, приобретенная в магазине, овощное растение кресс-салат.

**Ход работы:** соли уксусной кислоты хорошо подходят для моделирования загрязнения почвы и была выбрана в связи с хорошей растворимостью, а, следовательно, быстрым и полным взаимодействием с почвенной массой. В отличие от солей с остатками минеральных кислот ацетаты тяжёлых металлов имеют некоторые преимущества: их гидролиз не сопровождается резким сдвигом в область сильнокислой реакции; ацетат-анионы являются естественным продуктом метаболизма растений и не способны значительно изменять внутриклеточную сферу.

Для проведения эксперимента были выбраны концентрации, которыми будет заражена почва (расчёты делались из нормы 300мг/кг):

**1)** **Контроль** – соли свинца отсутствуют;

**2)** 12мг/0,04кг; (превышает ПДК\* в 13раз);

**3)** 60мг/0,04кг; (превышает ПДК в 68 раз);

**4)** 80мг/0,04кг; (превышает ПДК в 90 раз);

**5)** 120мг/0,04кг: (превышает ПДК в 136 раз).

\*-валовая форма содержания ионов свинца в почве составляет 22 мг/кг.

Опыт заложен в чашках Петри ёмкостью 45г, в соответствии со схемой опыта:

**«Схема опыта»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Число повторностей** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| 1. Контроль | ● | ● | ● |
| 2. 12мг/0,04кг | ● | ● | ● |
| 3. 60мг/0,04кг | ● | ● | ● |
| 4. 80мг/0,04кг | ● | ● | ● |
| 5. 120мг/0,04кг | ● | ● | ● |

Прежде чем ставить эксперимент по биоиндикации загрязнения с помощью растения кресс-салата, нами были проделаны предварительные действия:

**I. Произвели искусственное загрязнение почвы, в соответствии с проведёнными выше расчётами**:

1. Отмерили с помощью весов 15 раз равное количество почвы – 40г.

2. В соответствии с расчётами взвесили необходимую массу соли ацетата свинца для проведения опыта по схеме.

3. Почву контрольного ряда, отложили в сторону, а остальную почву разделили на 3 ряда, для проведения повторности опыта. В соответствии со схемой, в почву каждого из рядов последовательно внесли соль и аккуратно перемешали.

**II. Партия семян, предназначенных для опытов, проверили на всхожесть.**

1. Для этого нами были взяты 15 чашек Петри.

2. В каждую последовательно насыпали речной песок слоем в 1см, накрыли фильтровальной бумагой, увлажнили его и бумагу до полного насыщения водой.

3. Внесли в каждую чашку по 50 семян кресс-салата, сверху их закрыли фильтровальной бумагой.

4. В каждую чашку последовательно, в соответствии со схемой опыта, внесли одинаковое количество земли - 40г, увлажнили одним и тем же количеством отстоянной водопроводной воды до влажности нижних слоев и неплотно накрыли стеклом.

За прорастанием семян наблюдали при комнатной температуре ≈ 20-22оС. Нормой считается прорастание 90-95% семян в течение 1-2 суток. Процент проросших семян, от числа посеянных называется **всхожестью.**

**IV. Результаты исследований и их анализ.**

Биоиндикацию часто путают с биотестированием. Но если при биоиндикации организмы извлекаются из природы и по их состоянию оценивают степень загрязнения, то при биотестировании качество воды, почвы оценивается посредством лабораторных объектов (животных, растительных, одноклеточных), помещённых в тестируемую среду уже в лаборатории.

Для определения загрязненности почв токсикантами территории дачи «Чернова» мы протестировали их, используя растение кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к тяжелым металлам и другим загрязнителям. Как выяснилось, на степень чистоты среды этот живой «прибор» реагирует в первую очередь всхожестью. И не ошибается. Контрольные измерения содержания загрязнителей всякий раз показывали, что чем грязнее среда, тем всхожесть ниже. Кроме того, дополнительную информацию принесли и наблюдения за скоростью роста, изменения высоты проростка, изменение числа растений с ярко-выраженными листьями.

**Опыт №1: «Определение токсичности почвы парка «Дача Чернова»**

**и выявление уровня её загрязнения ионами тяжелых металлов.**

Полученные результаты представили в виде 3 сводных таблиц и диаграмм **(см. «Приложение», стр. 35-38)**, где проростки кресс-салата сравнивались по трём показателям:

* Кол-во проросших семян за время эксперимента
* Высота проростков на протяжении всего эксперимента
* Кол-во растений с зелёными листьями

После вычисления процентной всхожести в каждой чашке Петри, мы вычислили среднюю всхожесть проросших семян в каждой из трёх проб в каждые из трёх сезонов

**Весна, 2016 год**

**«Средняя всхожесть семян в течение 2 суток за три опыта»**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пробы** | **Всхожесть** |
| проба №1 | 16% |
| проба №2 | 70% |
| проба №3 | 34% |

На основе полученных данных можно сделать вывод, что в пробе, взятой в центре парка, условия для прорастания семян были наиболее благоприятные.

**«Изменение биометрических показателей кресс-салата за время эксперимента»**

**Таб. №1 «Среднее количество проросших семян за время эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Исследуемый субстрат (образцы почв)** | **Процент всхожести** | **Количество проросших семян после добавления почвы** | | | | | | | | | **Про-**  **цент всхожести** |
| **дни** | | | | | | | | |  |
| **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| Проба №1 | 16% | 8 | 24 | 25 | 26 | 22 | 23 | 23 | 22 | 22 | 42% |
|
|
| Проба №2 | 70% | 35 | 46 | 41 | 36 | 36 | 35 | 35 | 34 | 35 | 70% |
|
|
| Проба №3 | 34% | 17 | 36 | 42 | 43 | 44 | 45 | 48 | 48 | 49 | 98% |

**Табл. №2 «Средняя высота проростков на протяжении всего эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дата**  **№ пробы** | | **2 день** | **3 день** | **4 день** | **5 день** | **6 день** | **7 день** | **8 день** | **9 день** | **10 день** |
| **проба №1** | 3мм | | 1,5см | 1,7см | 1,9см | 2см | 2,4см | 1 см | 1,2см | 1,1см |
| **проба №2** | 1,5см | | 5,5см | 5,7см | 5,8см | 5,9см | 4,3см | 4,4см | 4,3см | 4,2см |
| **проба №3** | 0,9мм | | 3,5см | 4,4см | 4,8см | 4,9см | 4,4см | 4,5см | 4,6см | 4,7см |

**Табл. №3 «Среднее количество растений с ярко-зелёными листьями на протяжении всего эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дата**  **№ пробы** | **2 день** | **3 день** | **4 день** | **5 день** | **6 день** | **7 день** | **8 день** | **9 день** | **10 день** |
| **Проба №1** | - | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | - | 1 | - |
| **Проба №2** | 6 | 11 | 14 | 16 | 5 | 4 | - | 1 | 1 |
| **Проба №3** | 1 | 7 | 13 | 13 | 9 | 15 | 14 | 14 | 15 |

Наблюдения за развитием растений опыта № 1 показали, что пробы №1 и пробы № 2 почвы парка, взятой весной, в разной степени загрязнены ионами тяжелых металлов (предположительно свинца), что нашло подтверждение в изменении основных биометрических показателей растений: высота стебля, количество проросших растений в чашках**,** интенсивность зелёной окраски побега растения**.** Так, растения пробы №1, взятой около обочины дороги имеют биометрические показатели хуже, чем у растений пробы №3, взятой в непосредственной удалённости от дороги. О чём свидетельствуют данные из таблицы №1, №2, №3 и графики №1, №2, №3 «Приложения», (см. стр.35).

**В зависимости от результатов опыта субстратам присвоили один из четырёх уровней загрязнения почвы:**

**I. Загрязнение отсутствует.** Всхожесть семян составляет 90-100%. Биометрические данные проростков имеютвысокие показатели: проростки крепкие, ровные, ярко-зелёный окрас листьев убольшинства растений.

**II. Слабое загрязнение.** Всхожесть составляет 60-90%. Проростки имеют хорошие показатели: нормальная длина, хорошие крепкие стебли, с ярко-зелёными листьями.

**III. Среднее загрязнение.** Всхожесть составляет 20-60%. Прорости по сравнению с нормой короче и тоньше.

**IV. Сильное загрязнение.** Всхожесть семя менее 20%. Проростки имеют низкие показатели, и «больной» внешний вид.

В пробе № 1(у дороги) прорастание семян составляет 44%, что свидетельствует о средней степени загрязнённости.

В пробе № 2 (в середине парка) прорастание семян составляет 70% - это слабый уровень загрязнения почвы.

В пробе № 3 (в глубине парка) прорастание семян составляет 98%, что соответствует о норме, т.е. загрязнение отсутствует. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные, по сравнению с предыдущей пробой, где растения росли не равномерно и часто «чахли».

По полученным результатам эксперимента оценка состояния почвы парка «Дача Чернова» - удовлетворительна.

**Лето, 2016 год: «Средняя всхожесть семян в течение 2 суток за три опыта»**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пробы** | **Всхожесть** |
| проба №1 | 20% |
| проба №2 | 45% |
| проба №3 | 63% |

На основе полученных данных можно сделать вывод, что в пробе, взятой вблизи дороги, условия для прорастания семян были наименее благоприятные, чем в пробе №3, взятой в непосредственной удалённости.

**«Изменение биометрических показателей кресс-салата за время эксперимента»**

**Таб. №1 «Среднее количество проросших семян за время эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Исследуемый субстрат (образцы почв)** | **Процент всхожести** | **Кол-во проросших семян после добавления почвы** | | | | | | | | | **Про-**  **цент всхожести** |
| **дни** | | | | | | | | |  |
| **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| Проба №1 | 20% | 10 | 13 | 17 | 18 | 17 | 21 | 23 | 22 | 24 | 48% |
|
|
| Проба №2 | 44% | 22 | 24 | 26 | 26 | 24 | 23 | 24 | 27 | 27 | 54% |
|
|
| Проба №3 | 62% | 31 | 35 | 36 | 37 | 40 | 43 | 44 | 45 | 48 | 96% |

**Табл. №2 «Средняя высота проростков на протяжении всего эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дата**  **№ пробы** | **2 день** | **3день** | **4 день** | **5 день** | **6 день** | **7 день** | **8 день** | **9 день** | **10 день** |
| **Проба №1** | 2 | 1 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 |
| **Проба №2** | 3 | 5 | 8 | 9 | 12 | 10 | 10 | 11 | 8 |
| **Проба №3** | 6 | 7 | 10 | 12 | 14 | 15 | 17 | 15 | 15 |

**Табл. №3 «Среднее количество растений с ярко-зелёными листьями на протяжении всего**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дата**  **№ пробы** | | **2 день** | **3день** | **4 день** | **5 день** | **6 день** | **7 день** | **8 день** | **9 день** | **10 день** |
| **Проба №1** | 1см | | 1,3см | 1,4см | 2см | 2,1см | 2,1см | 1,8см | 1,7 см | 1,4см |
| **Проба №2** | 0,8см | | 3см | 3,1см | 2,9см | 3см | 3,2см | 3,4см | 3,4см | 3,5см |
| **Проба №3** | 0,9мм | | 3,5см | 3,7см | 4см | 4,6см | 4,7см | 4,9см | 5,1см | 5,2см |

**эксперимента»**

Наблюдения за развитием растений опыта № 1 показали, что пробы №1 и пробы № 2 почвы парка, взятой летом, в разной степени загрязнены ионами свинца, что нашло подтверждение в изменении основных биометрических показателей растений: высота стебля, количество проросших растений в чашках**,** интенсивность зелёной окраски побега растения**.** Так, растения пробы №1, взятой около обочины дороги имеют биометрические показатели хуже, чем у растений пробы №3, взятой в непосредственной удалённости от дороги. О чём свидетельствуют данные из таблицы №1, №2, №3и графики №1, №2, №3 «Приложения» (см.стр.36). В пробе №1(у дороги) прорастание семян составляет 48%, что свидетельствует о средней степени загрязнённости. В пробе №2 (в середине парка) прорастание семян составляет 54% - это средний уровень загрязнения почвы.

В пробе №3 (в глубине парка) прорастание семян составляет 96%, что соответствует о норме, т.е. загрязнение отсутствует. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные, по сравнению с предыдущей пробой, где растения росли не равномерно и часто «чахли».

По полученным результатам эксперимента оценка состояния почвы парка «Дача Чернова» - удовлетворительна. Данные этого опыта, проводимого летом, доказывают вывод, сделанный весной при проведении такого же опыта.

**Осень, 2016 год: «Средняя всхожесть семян в течение 2 суток за три опыта»**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пробы** | **Всхожесть** |
| проба №1 | 12% |
| проба №2 | 26% |
| проба №3 | 52% |

**«Изменение биометрических показателей кресс-салата за время эксперимента»**

**Таб. №1 «Среднее количество проросших семян за время эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Исследуемый субстрат (образцы почв)** | **Процент всхожести** | **Кол-во проросших семян после добавления почвы** | | | | | | | | | **Про-**  **цент всхожести** |
| **дни** | | | | | | | | |  |
| **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| Проба №1 | 22% | 11 | 13 | 14 | 13 | 10 | 8 | 9 | 9 | 8 | 16% |
|
|
| Проба №2 | 26% | 13 | 13 | 17 | 20 | 22 | 23 | 18 | 20 | 19 | 38% |
|
|
| Проба №3 | 52% | 26 | 28 | 29 | 29 | 33 | 36 | 35 | 36 | 37 | 74% |

**Табл. №2 «Средняя высота проростков на протяжении всего эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дата**  **№ пробы** | | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **Проба №1** | 0,6мм | | 0,9мм | 1,1см | 1,2см | 1см | 1,5см | 1,2см | 1,3см | 1,3см |
| **Проба №2** | 1,1см | | 1,5см | 1,3см | 1,3см | 1,7см | 1,9см | 2см | 2,3см | 1,4см |
| **Проба №3** | 1,3мм | | 1,5см | 1,8см | 2,1см | 2см | 2,2см | 2,3см | 2,4см | 2,6см |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дата**  **№ пробы** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **Проба №1** | - | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| **Проба №2** | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 10 | 9 | 11 | 6 |
| **Проба №3** | 5 | 6 | 8 | 10 | 10 | 11 | 12 | 10 | 11 |

**Табл. №3 «Среднее количество растений с ярко-зелёными листьями на протяжении всего эксперимента»**

Наблюдения за развитием растений опыта № 1 показали, что пробы №1 и пробы № 2 почвы парка, взятой осенью, в разной степени загрязнены ионами свинца, что нашло подтверждение в изменении основных биометрических показателей растений: высота стебля, количество проросших растений в чашках**,** интенсивность зелёной окраски побега растения**.** Так, растения пробы №1, взятой около обочины дороги имеют биометрические показатели хуже, чем у растений пробы №3, взятой в непосредственной удалённости от дороги. О чём свидетельствуют данные из таблицы №1, №2, №3 и графики №1, №2, №3 «Приложения» (см. стр.37).

В пробе №1(у дороги) прорастание семян составляет 16%, что свидетельствует о сильной степени загрязнённости.

В пробе №2 (в середине парка) прорастание семян составляет 38% - это средний уровень загрязнения почвы.

В пробе №3 (в глубине парка) прорастание семян составляет 74%, что соответствует о слабой степени загрязнённости. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные, по сравнению с предыдущей пробой, где растения росли не равномерно и часто чахли.

По полученным результатам эксперимента оценка состояния почвы парка «Дача Чернова» - менее удовлетворительна, чем летом и весной.

**Вывод:** согласно данным результатов биотестирования, ни одна из исследованных почв не является фитотоксичной ни по динамике всхожести, ни по динамике прорастания, поскольку значение указанных показателей уменьшалось не существенно – менее, чем на 30%. Тем ни менее, можно отметить, что наиболее чувствительным из исследованных параметров является динамика прорастания, которая имеет линейную зависимость от расстояния до источника загрязнения.

В пробе № 1(у дороги) загрязнение обнаружено. Оно, в зависимости от сезона, увеличивается от среднего уровня загрязненности до сильного. Процентная всхожесть растений изменялась - 44-16%, соответственно. В пробе № 2 (в середине парка) процентная всхожесть семян в течение трёх сезонов изменялась 70-38% - что говорит об изменении уровня загрязнённости данной территории от слабого уровня до среднего.

В пробе № 3 (в непосредственной удалённости от дороги) загрязнение было обнаружено только в пробах, взятых осенью. Процентная всхожесть прорастания семян в почве этого периода составляла 74%, что говорит о слабом уровне загрязнённости почвы. В остальных пробах загрязнения не обнаружено.

По полученным результатам эксперимента можно сделать **вывод**, что общий уровень загрязнённости парка изменялся в отрицательную сторону с течением трёх сезонов. Оценка биометрических показателей растения кресс-салата наглядно показывает данную динамику.

**Опыт №2: «Определение степени влияния солей свинца, различной концентрации, на биометрические параметры растения кресс-салат»**

Полученные результаты представила в виде 3 сводных таблиц и диаграмм, где проростки кресс-салата сравнивались по трём показателям:

* Кол-во проросших семян за время эксперимента
* Высота проростков на протяжении всего эксперимента
* Кол-во растений с зелёными листьями

После вычисления процентной всхожести в каждой чашке Петри, мы вычислили среднюю всхожесть проросших семян в каждой из пяти вариантов:

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант** | **Всхожесть** |
| 1. Контроль | 30% |
| 1. 12мг/0,04кг | 56% |
| 1. 60мг/0,04кг | 76% |
| 1. 80мг/0,04кг | 72% |
| 1. 120мг/0,04кг | 66% |

**«Средняя всхожесть семян в течение 2 суток за три опыта»**

По данным прорастания семян в заражённой почвы после 2 суток можно сказать о том, что наиболее высокая всхожесть присутствует в чашках контроля, в трёх последующих вариантах растения не отличались высокой всхожестью, однако, процент всхожести растений варианта № 5 выше, чем у контроля.

**Таб. №1 «Среднее количество проросших семян за время эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **% всхож.** | **Дни эксперимента** | | | | | | | | | | **% всхож.** |
| **2** | **3** | **4** | **5** | | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| **1) Контроль** | 30% | 45 | 46 | 46 | | 43 | 43 | 42 | 43 | 43 | 42 | 84% |
| **2) 12 мг/40г** | 56% | 28 | 29 | 29 | | 31 | 30 | 28 | 29 | 28 | 29 | 58% |
|
| **3) 60 мг/40г** | 76% | 38 | 39 | 40 | | 39 | 42 | 42 | 43 | 42 | 42 | 84% |
|
|
| **4) 80мг/40г** | 72% | 36 | 38 | 38 | | 41 | 34 | 38 | 39 | 39 | 40 | 80% |
|
|
| **5) 120 мг/40г** | 66% | 33 | 39 | 39 | | 37 | 37 | 39 | 50 | 50 | 49 | 98% |
|
|

**Наблюдения:**

3 день: отметила, что наиболее крепкие и дружные проростки в контрольном ряду. Остальные растения периодически чахнут, и теряют ярко-зелёный окрас.

5 день: растения, выращенные в почве в контрольном ряду, растут лучше, чем растения других вариантов. Из растений, растущих на заражённой почве, наиболее высокие показатели всхожести имеют растения варианта № 4, где концентрация солей свинца превышает ПДК в 90 раз.

10 день: по данным окончания эксперимента, самая высокая всхожесть имеется у растений варианта № 5, где концентрация солей свинца максимальная. Растения, растущие на этой почве, а так же в почве варианта № 4 отличаются хорошим ростом и развитием, что противоречит ожидаемым результатам эксперимента (см. «Приложение», график № 1, стр.38).

**Табл. №2 «Средняя высота проростков на протяжении всего эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **2день** | **3день** | **4 день** | **5 день** | **6 день** | | **7 день** | | **8 день** | **9 день** | **10 день** |
| 1. **Контроль** | 2,1см | 4,8см | 4,9см | 5см | | 4,9см | 5,1см | 5,1см | | 5,2см | 5,2см |
| 1. **12 мг/40г** | 1,2см | 2,5см | 2,7см | 2,9см | | 3,9см | 4,5см | 4,5см | | 4,4см | 4,3см |
| 1. **60 мг/40г** | 1,8см | 3,7см | 3,9см | 4см | | 5,7см | 5,9см | 5,8см | | 5,7см | 5,6см |
| 1. **80мг/40г** | 0,8мм | 1,7см | 1,8см | 2см | | 3,7см | 4см | 4,1см | | 4,2см | 4,2см |
| 1. **120 мг/40г** | 1,3см | 1,5см | 1,8см | 1,9см | | 2,3см | 3,3см | 3,4см | | 4см | 3,9см |

**Наблюдения:**

4 день: на данном этапе эксперимента растения контрольного ряда являются самыми высокими и выглядят наиболее здоровыми. Растения, растущие в ряду варианта № 5, имеют наименьший рост, но отличаются относительно высоким количеством растений с ярко-зелёными листьями.

10 день: по данным последнего дня эксперимента, растения варианта № 3 имеют самую высокую среднюю высоту растений. Второе место по показателям занимает контроль. Растения, выращенные в почве с внесёнными в неё ионами свинца, выглядят лучше, чем растения, выращенные в контрольном ряду, что говорит о противоположном эффекте негативного влияния солей свинца на биометрические показатели кресс-салата (см. «Приложение» График №2 с.38).

**Табл. №3 «Среднее количество растений с зелёными листьями на протяжении**

**всего эксперимента»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1. **Контроль** | 5 | 5 | 5 | 9 | 7 | 9 | 3 | 3 | 5 |
| 1. **12 мг/40г** | 5 | 2 | 1 | 5 | - | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 1. **60 мг/40г** | 9 | 6 | 5 | 8 | 6 | 4 | 7 | 7 | 9 |
| 1. **80 мг/40г** | 3 | 6 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| 1. **120 мг/40г** | 2 | 4 | 1 | 5 | 5 | 7 | 11 | 10 | 5 |

**Наблюдения:**

3 день: средние показатели вариантов № 3 и № 4 являются самыми высокими, по сравнению с контролем.

6 день: контроль является лидирующим по количеству растений с ярко-зелёными листьями, далее высокие показатели имеют растения варианта №3, которые сохраняются с начала эксперимента.

10 день: показатели растения ряда варианта №3 являются самыми высокими, они превышают контроль в 0,5 раза. Растения рядов варианта №5, №2 и контроля, имеют одинаковые показатели (см. «Приложение», график №3 с.38).

Анализ биометрических параметров опыта №5 показал, что они не всегда однозначно являются индикаторами загрязнений. Необычным можно считать относительное увеличение числа растений, выращенных в почве с самой высокой концентрацией соли свинца – так прорастание семян варианта № 5 составило 47-49 (98%), что превышает данные контроля 42-43 (84%) в 0,88 раз. Так же растения, выращенные в почве с относительно высокой концентрацией соли свинца, могут иметь высокие показатели в окраске растений, по сравнению с контролем – так, например, растения, выращенные в почве заражённой 60мг/0,04 кг, имеют большой показатель числа растений с ярко-зелёными листьями, что превышает данные контроля в 0,5 раза.

**V. Выводы.**

1. Исследуемые пробы почвы территории парка «Дача Черного», расположенного вдоль автомагистрали «Октябрьская набережная», не являются фитотоксичными, судя по показателям всхожести семян кресс-салата.

2. По прорастанию семян в субстрате и биометрическим параметрам развития растения кресс-салата в пробах почв парка я определила уровни загрязнения почвы в различные сезоны:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Весна** | **Лето** | **Осень** |
| **проба №1** | средний | средний | сильный |
| **проба №2** | слабый | средний | средний |
| **проба №3** | отсутствует | отсутствует | слабый |

Данные иллюстрируют факт того, что уровень загрязнения почв парка «Дача Чернова» увеличивается в зависимости от сезона года.

3. Проведенные исследования, искусственно зараженных мною почв, дают мне возможность говорить о том, что при относительно низких дозах загрязнения растение более угнетено и менее продуктивно, как по сравнению с контролем, так и по сравнению с более высокими дозами. Это подтверждает тот факт, что биометрические показатели растения кресс-салата не всегда можно использовать для однозначной оценки степени влияния загрязнения на живой организм. При высоких дозах загрязнения наблюдается противоположный эффект – формирование более крепкого растения на очень сильно загрязненной почве. Однако это растение представляет опасность для человека, так как содержит высокие концентрации свинца. В литературе описаны барьерные механизмы, которые развиты в растении для сдерживания поступления загрязнителей. При этом накопление загрязнителя происходит в таких частях, которые не влияют на его рост и развитие.

**VI. Заключение**

Урбанизация – одна из форм современного развития общества и окружающей среды. Среда крупного города отличается своебразием основных экологических факторов, а также специфическими техногенными воздействиями. В настоящее время вопрос оптимизации городской среды как среды обитания человека крайне актуален. Загрязнение ионами тяжелыми металлами атмосферного воздуха, почвы и воды в окрестности производств, а также вблизи крупных автомобильных дорог создает угрозу поражения свинцом населения, проживающего в этих районах, и прежде всего детей, которые более чувствительны к воздействию тяжелых металлов.

С результатами проведенного исследования мы выступили на заседании секции естественнонаучного цикла школьного научного общества «Экос», где была определена цель моей работы по дальнейшему исследованию проблемы: изучить **барьерные механизмы**, которые развиты у растения для сдерживания поступления загрязнителей в организм.

**VII. Литература:**

1. Алексеев С.В., Груздев Н.В., Гущина, Э.В. Экологический практикум школьника: Учебное пособие для учащихся, Самара: Учебная литература, 2006, с.304.

2. Ашихмина Т.Я., Школьный экологический мониторинг, Москва:АО МДС, 2014, с.493.

3. Багдасарян А.С. Биотестирование почв техногенных зон городских территорий с использованием растительных организмов: дис.канд.биол.наук., Ставрополь, 2005, 138с. Режим доступа: http://www.free-disser.com/

4. Бондарчук М.М., Ковылина Н.В., Биология. Дополнительные материалы к урокам и внеклассным материалам по биологии и экологии в 10-11 классах, Волгоград: Учитель, 2008, с.167.

5. Булгаков Н.Г. Контроль природной среды как совокупность методов биоиндикации, экологической диагностики и нормирования // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзорная информация. ВИНИТИ, 2014, № 5. С. 30-73.

6. Голубева Д.А., Сорокина, М.Д. / Экологическая обстановка в районах Санкт-Петербурга/ Санкт-Петербург: Формат, 2016.

7. Донченко В.К. Актуальные проблемы изучения техногенного загрязнения окружающей среды // Экологическая безопасность, 20015, № 2. С. 3-21.

8. Захаров В.М., Чубинашвили А.Т. / Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях/ Москва: Центр экологической политики России, 2014, С.54-63.

9. Долганов М.В. / Программа по экологическому мониторингу почв/ Москва: Наука, 2008.

10. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение», Москва: Наука, 1991. с.148.

11. Ильинских, И.Н. Использование различных методов биотестирования для мониторинга экологии города/ Е.Н. Ильинских // Б.В. Смирнов, А.Н. Юркин, Н.Н. Ильинских/Проблема экологии и развитие городов: Материалы научно-практической конференции, 2016, С. 82-89.

12. Куриленко, В.В. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем: Учеб. пособие. / Под ред. В.В. Куриленко, Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2004, с.448

**VIII. Приложение**

**Таблица №1: «Содержание химических элементов в почвах правобережной части Невского района»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы | Районный  фон | Среднее  Содержание | Статистические характеристики | | | | |
| Min | Мах | Станд.  отклонение | Коэфф.  вариац. | Коэфф.  конц. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| **Элементы 1 класса опасности** | | | | | | | |
| Hg | 0,03 | 0,28 | 0,00 | 4,50 | 0,51 | 1,81 | 9,38 |
| **РЬ** | **19,10** | **93,84** | **11,00** | **4400,00** | **273,53** | **2,91** | **4,91** |
| As | 2,62 | 5,91 | 1,50 | 400,00 | 20,64 | 3,49 | 2,26 |
| Cd | 0,17 | 0,68 | 0,01 | 100,00 | 4,44 | 6,52 | 4,00 |
| Zn | 43,10 | 344,72 | 25,00 | 5000,00 | 487,55 | 1,41 | 8,00 |
| Se | 1,00 | 0,03 | 0,50 | 35,00 | 1,86 | 54,86 | 0,03 |
|  | | | | | | | |
| Примечания: - содержания элементов даны в мг/кг  - объем выборки составляет 526 проб | | | | | | | |

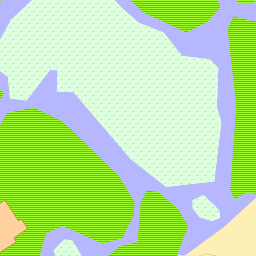
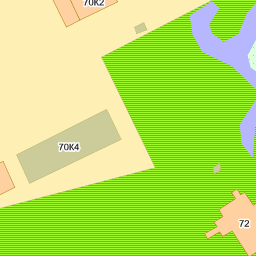
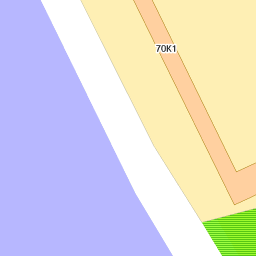
**Рис. 1**

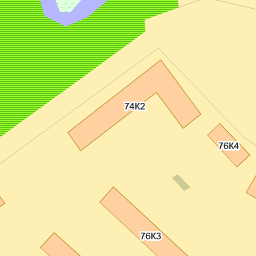
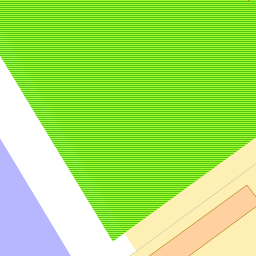
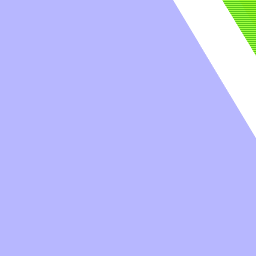
**«Схема суммарного загрязнения почв Невского района тяжелыми металлами»**



**Рис. 2**

**(Карта парка «Дача Чернова») - обозначены примерные места, где была взята почва**

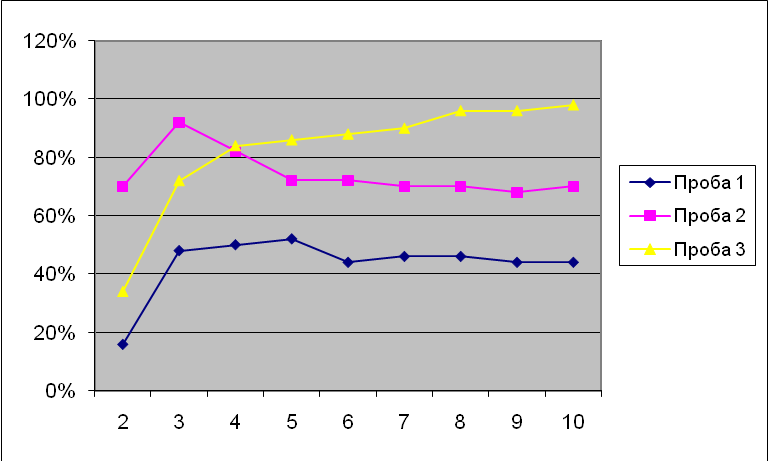
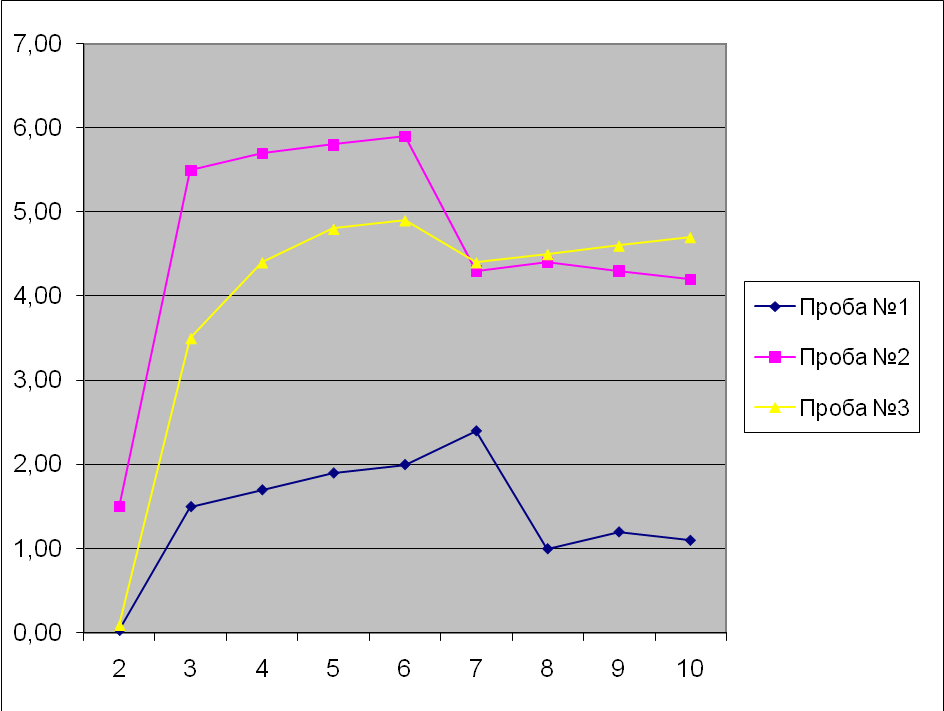




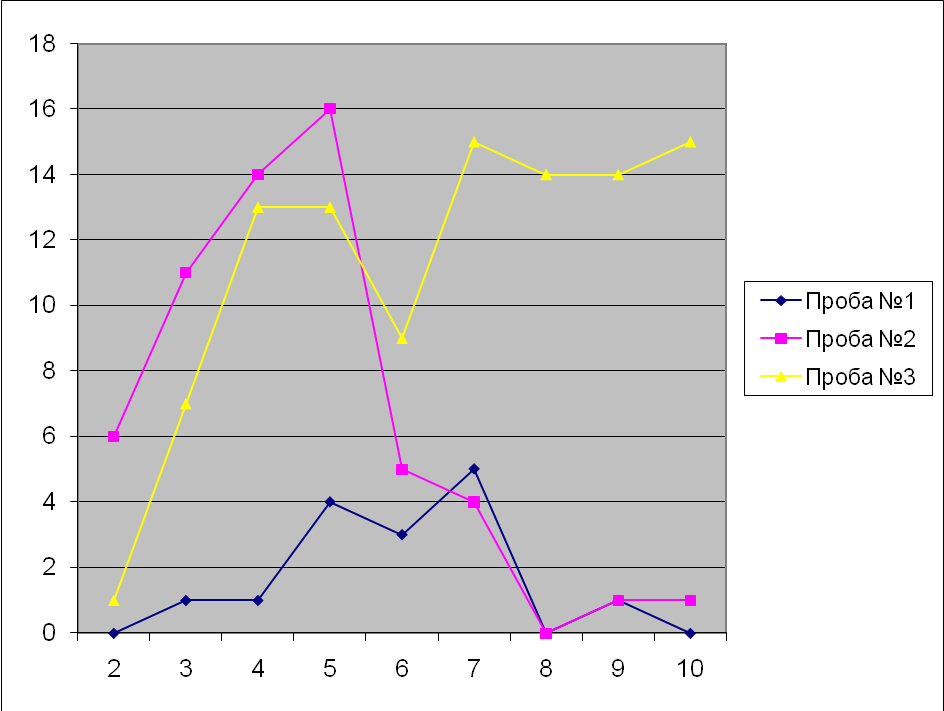
**Опыт №1 «Изменение биометрических показателей кресс-салата за время эксперимента, выращенного в почве с территории парка» Весна, 2016 год**

**График №1 «Изменение процента всхожести График №2 «Изменение высоты проростков»**

**за время всего эксперимента»**

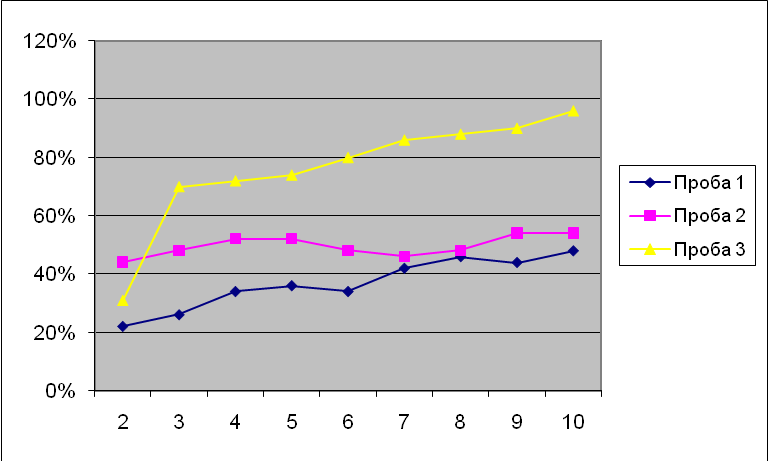
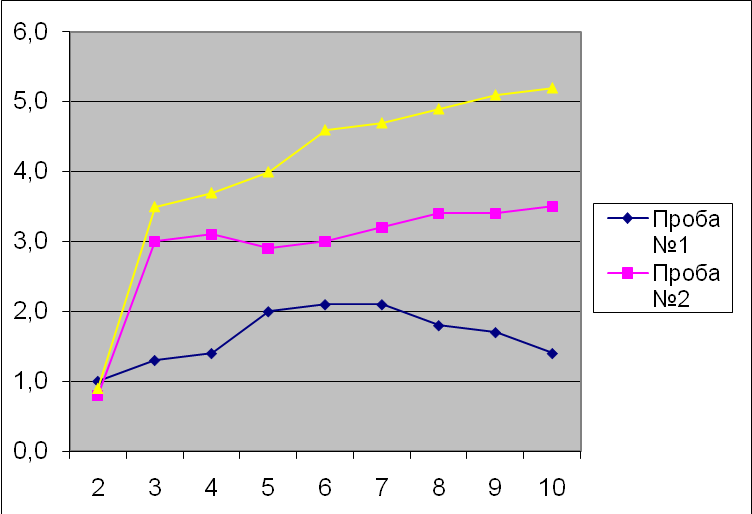
**График №3 «Изменение числа растений с ярко-зелёными листьями»**



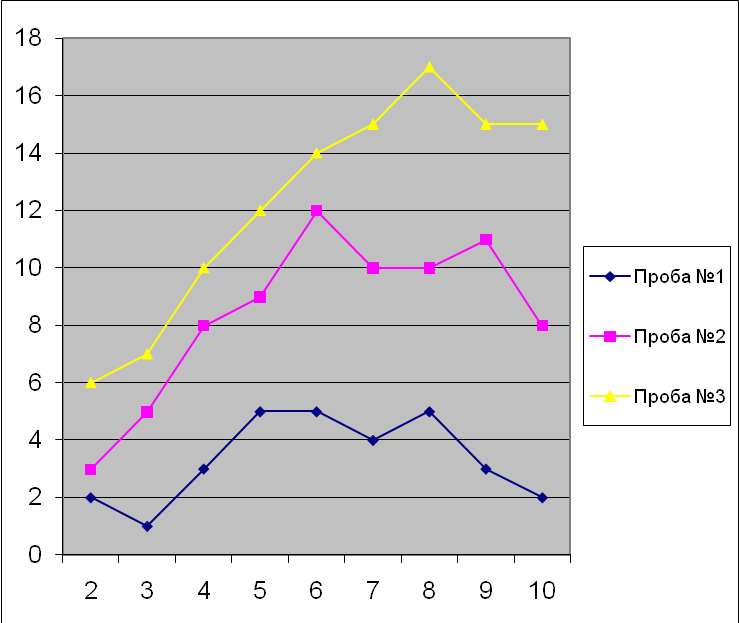
**Лето, 2016 год**

**График №1 «Изменение процента всхожести за время График №2 «Изменение высоты растений»**

**всего эксперимента»**

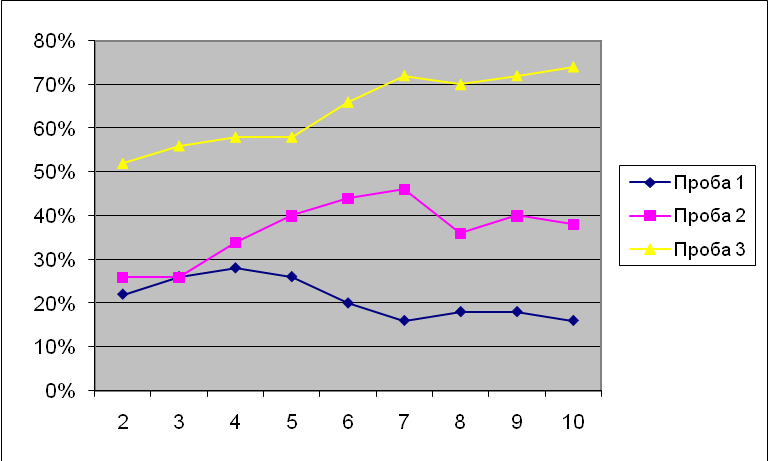
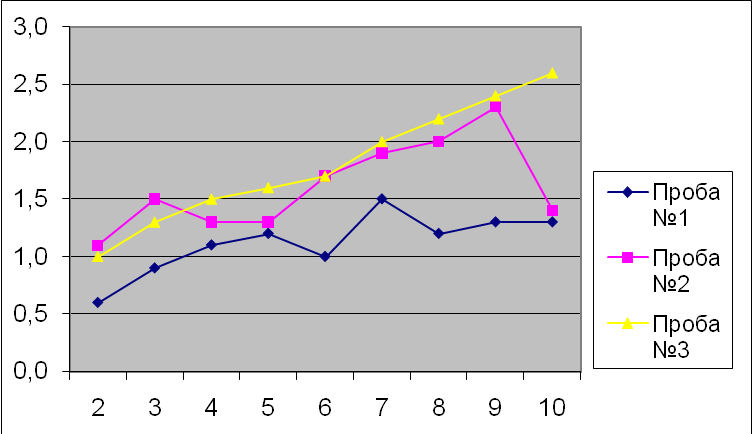
****  ****

**График №3 «Изменение числа растений с ярко-зелёными листьями»**

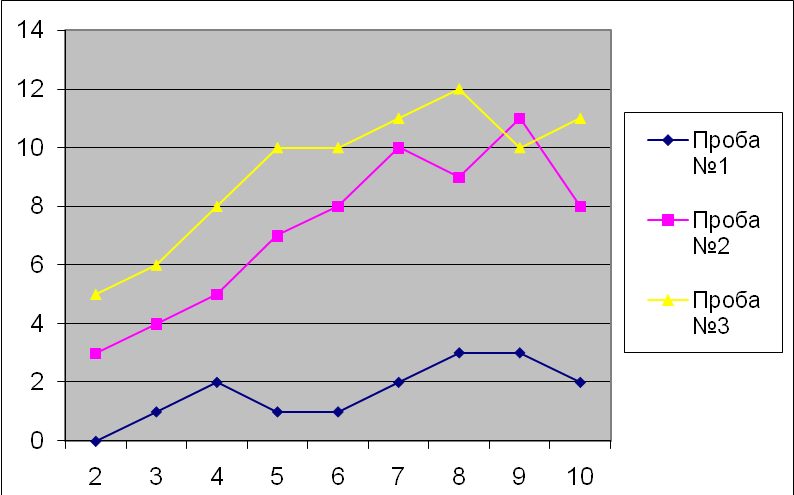
****

**Осень, 2016 год**

**График №1 «Изменение процента всхожести за время эксперимента» График №2 «Изменение высоты растений»**

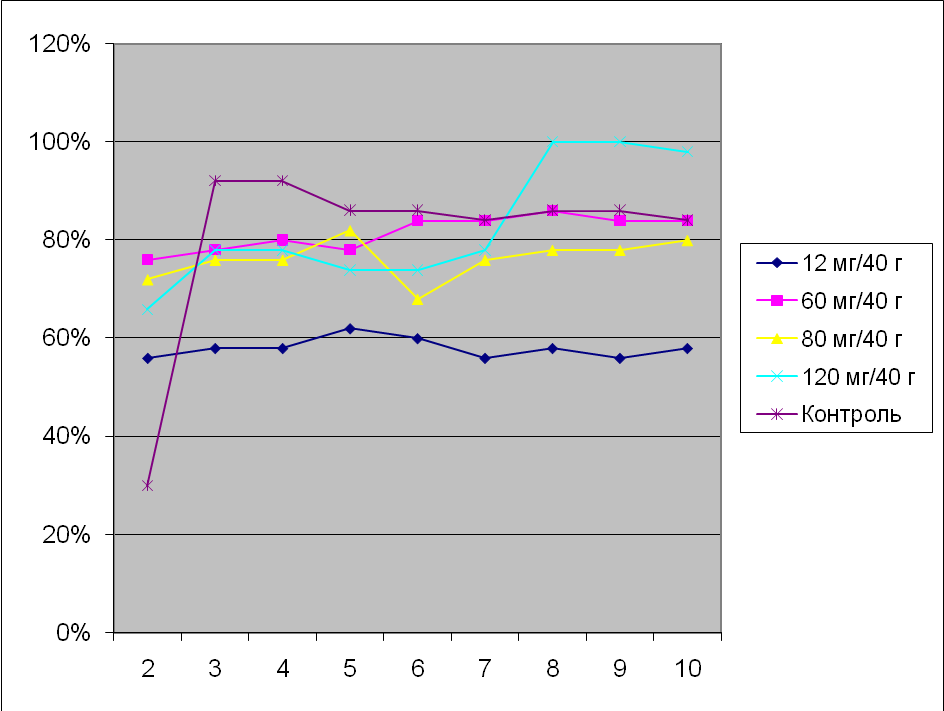
****  ****

**График №3 «Изменение числа растений с ярко-зелёными листьями»**

****

**Опыт №2 «Определение степени влияния солей свинца различной концентрации на биометрические параметры растения кресс-салат»**

**График №1 «Изменение процента всхожести за время эксперимента»**

****

**График №2 «Изменение высоты растений» График №3 «Изменение числа растений с ярко-зелёными листьями»**

