

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Марийский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и
инновационной деятельности-
директор Программы развития
опорного университета
_____ **А.Н. Леухин**

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
по теме:
«БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА»

(Муниципальный контракт № 222-пр от 23.07.2020 г.)

Йошкар-Ола, 2020

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Кафедра экологии Марийского государственного университета:

Зав кафедрой экологии, д.б.н.,
профессор

_____ О.Л. Воскресенская

Доцент кафедры экологии, к.б.н.

_____ В.С. Воскресенский

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	6
1.1. Районы исследования.....	6
1.2. Объекты исследования	7
1.3. Методы исследований	9
ГЛАВА 2. СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ХЛОРА В УРБАНОЗЕМАХ	11
ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ И НА ГАЗОНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ	11
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ.....	16
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ.....	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	25

ВВЕДЕНИЕ

Почва – неотъемлемая часть любой наземной экосистемы, она играет важную роль в поддержании устойчивости биосферы, а так же играет незаменимую роль в формировании условий городской среды почвенный покров. Почвы определяют условия для произрастания зелёных насаждений, способны сорбировать загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, а также от поступления пыли в городской воздух, обладают санитарными и антисептическими свойствами по отношению к биологическим загрязнителям, что в конечном итоге сказывается на состоянии здоровья человека и его генофонде.

Наибольшую опасность для природных экосистем и человека представляет антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Известно, что в современном мире в результате жизнедеятельности человеческой цивилизации синтезируются и попадают в окружающую среду сотни тысяч новых химических соединений с невыясненными токсикологическими характеристиками (Дятлов, 2009). Загрязненность и токсичность почвы обуславливают накапливающиеся в ней разнообразные соединения естественного и антропогенного происхождения. В основном, загрязнители поступают в почву с атмосферными осадками (снегом, дождем и др.), сбросом твердых и жидких отходов промышленного и бытового происхождения, при использовании пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве. Почва может загрязнять окружающую среду, так как, накапливая в себе вредные вещества, она постепенно начинает их распространять (с осадками, ветром и т. д.).

Чрезвычайно важную роль имеет изучение глобального биохимического значения почвенного покрова, его современного состояния и изменения под тяжестью антропогенной нагрузки, так как эффективная защита окружающей среды от опасных химических реагентов невозможна без достоверной информации о степени загрязнения почв. Это требует привлечения

эффективных и недорогостоящих методов изучения. В настоящее время разработаны различные подходы к оценке экологического состояния почвенного покрова, среди которых одним из перспективных направлений экологического мониторинга является метод фитотестирования почвенных загрязнений, основанный на изучение реакции различных тест-растений, возникающих под действием неблагоприятных изменений в почве. Фитотест информативен и прост в использовании, также он дешев и высоко чувствителен, а полученные с его помощью результаты характеризуются стабильностью.

Цель работы – проведение биологического мониторинга состояния почвенного покрова г. Йошкар-Олы.

В ходе работы решались следующие **задачи**:

1. Проанализировать содержание ионов хлора в урбаноземах придорожной полосы и на газонах территории городского округа «Город Йошкар-Ола».

2. Исследовать фитотоксичность урбаноземов по энергии прорастания и всхожести семян горчицы белой и овса посевного.

3. Изучить влияние засоления почв на состояние ассимиляционного аппарата тест-объектов по содержанию фотосинтетических пигментов.

Область применения результатов исследований – для улучшения экологического состояния почвенного покрова г. Йошкар-Олы (организация мониторинга состояния городского почвенного покрова, выявление локальных зон загрязнения почвы тяжелыми металлами, разработка природоохраненных и профилактических мероприятий, направленных на улучшение экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки в г. Йошкар-Оле).

ГЛАВА 1. РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Районы исследования

Исследования проводились в июле-сентябре 2020 года на территории г. Йошкар-Олы в трех различных функциональных зонах: рекреационной, селитебной и южной промышленной зоне (табл. 1).

Таблица 1 – Районы исследования

№ п/п	Зона, улица
<i>РЕКРЕАЦИОННАЯ ЗОНА</i>	
1.	Центральный парк культуры и отдыха им. XXX-летия ВЛКСМ
<i>СЕЛИТЕБНАЯ ЗОНА</i>	
2.	Анциферова
3.	Баумана
4.	Волкова
5.	Зарубина
6.	Й. Кырли
7.	Кирова
8.	Комсомольская
9.	Медицинская
10.	Некрасова
11.	Павленко
12.	Первомайская
13.	Петрова
14.	Подольских Курсантов
15.	Пролетарская
16.	Пушкина
17.	Рябинина
18.	Эшкинина
19.	Эшпая
<i>ЮЖНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ЗОНА</i>	
20.	Карла Маркса
21.	Ломоносова
22.	Лермонтова
23.	Соловьева
24.	Строителей

1.2. Объекты исследования

Одним из перспективных методов определения токсичности почвы и получаемой продукции считается метод биотеста. Для определения токсичности предпочтительнее мелкие семена с небольшим запасом питательных веществ. Обычно с этой целью в полевых или вегетационных условиях высевают семена растений-индикаторов.

Важнейшими тест-культурами служат высшие растения, т. к. являются основой трофических и энергетических отношений в биоценозе. Результаты некоторых исследований показывают, что высшие растения более чувствительны к антропогенному воздействию, чем микроорганизмы и животные. В зависимости от целевого назначения почв используют семена наиболее характерных возделываемых культур. Для оценки экологического состояния почв рекомендуется использовать несколько тест-культур, поскольку уровень устойчивости разных видов сильно варьирует.

Согласно ГОСТ Р ИСО 22030—2009 в качестве тест-объектов параллельно используют одно однодольное и одно двудольное растение. В качестве однодольного растения рекомендуется овес, в качестве двудольного – редька масличная или другие растения, например, из перечня, приведенного в ИСО 11269-2 – виды, экологически или экономически значимые для данного региона. Эти растения должны свободно расти в контрольной почве при данных условиях. Следует выбирать только те растения, которые переносят свойства (в нашем случае это горчица белая).

Горчица белая *Sinapis alba* L. - однолетнее растение, достигающие в высоту 0,30–0,80 м. Родом из Средиземноморья. Листья горчицы белой ланцетные, перисто-раздельные, цветки желтые. Плод – стручок, заполненный мелкими, круглыми семенами, семена горчицы белой светло – желтого цвета. Горчица хорошо растет на хороших гумусных известняковых почвах.

Овёс посевной (*Avena sativa* L.) – однолетнее травянистое растение, широко используемый в сельском хозяйстве злак. Достигает в высоту до 120 см, листья длиной до 60 и шириной до 12,7 см. Соцветие – метелка длиной до

30 см с остями на колосках длиной до 19 мм. Точное место окультуривания неизвестно, но предположительно это Восточная Европа. Растение отличается меньшей требовательностью к теплу и плодородию почвы, чем другие зерновые культуры, и хорошо переносит заморозки, овёс быстро развивает корневую систему.

1.3. Методы исследований

Отбор проб почвы

Отбор проб почвы осуществлялись в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-82 «Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, биологического и гельминтологического анализа», и методическими указаниями МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест».

Определение хлоридов аргентометрическим методом

Сущность метода заключается в титровании иона хлорида в водной вытяжке раствором азотнокислого серебра, образующим с ином хлорида труднорастворимое соединение. Для установления конечной точки титрования в раствор добавляют хромат калия, образующий с избытком серебра осадок, вызывающий переход окраски раствора с желтой к красно-бурой. Для анализа используют фильтраты вытяжек, приготовленных по ГОСТ 26423-85. Вычисляют количество эквивалентов иона хлорида, затем переводят в массовую долю иона хлорида в почве и выражают в процентах.

Исследование фитотоксичности почв

Определение фитотоксичности почвы проводили в лабораторных условиях по энергии прорастания и всхожести семян горчицы белой (*Sinapis alba* L.) и овса посевного (*Avena sativa* L.). Энергию прорастания определяли на 3-4 день исследований, на 6-7 – всхожесть семян (ГОСТ 12038-84). Оценку уровня фитотоксичности почвы (ФЭ) проводили по формуле:

$$\text{ФЭ} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100, \text{ где:}$$

ФЭ – фитотоксический эффект;

B1 – всхожесть семян в контроле;

B2 – всхожесть семян в опытном варианте.

Уровень фитотоксичности почвы (ФЭ) оценивали по следующей шкале: экологически чистая почва, если разница с контролем не превышает 10%;

слабая фитотоксичность, если разница с контролем составляет 10-30%; средняя фитотоксичность почвы, если всхожесть снижается на 30-50%; высокая степень фитотоксичности почвы, если всхожесть снижается более чем на 50% (ГОСТ Р ИСО 22030-2009).

Изучение содержания фотосинтетических пигментов

Количественное определение хлорофиллов а и b провели на спектрофотометре СФ-103 путем определения оптической плотности спиртовой вытяжки пигментов; концентрацию пигментов рассчитывали по формуле Wettstein (Третьяков, 1990).

Результаты обработаны статистически с использованием программы STATISTIKA 6.0.

ГЛАВА 2. СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ХЛОРА В УРБАНОЗЕМАХ ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ И НА ГАЗОНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Особый вклад в ухудшение биологических свойств почв вносит применение зимой солей в целях быстрого освобождения дорожных покрытий от снега. Для этого обычно используют хлористый натрий (поваренную соль), что ведет не только к коррозии подземных коммуникаций, но и к искусственному засолению почвенного слоя. В результате в городах и вдоль автомагистралей появились такие же засоленные почвы, как где-нибудь в сухих степях или на морских побережьях.

Засоленные почвы - почвы с повышенным (более 0,25%) содержанием легкорастворимых в воде минеральных солей. Встречаются они преимущественно в южных засушливых областях, часто пятнами среди незасоленных почв. В зависимости от количества содержащихся в почве солей, характера их распределения по почвенным горизонтам засоленные почвы подразделяются на солончаки (1-3% солей и более), солончаковые (менее засоленные) и солончаковатые (засоленные ниже пахотного слоя).

Хорошо известно, что соль негативно воздействует на растительность. Однако в природе встречается достаточно мест с засоленной почвой (сухие солончаковые степи, морское побережье и т.д.), но не имеющих при этом абсолютно безжизненного вида.

Обычно более токсичными являются хлористые соли. Помимо токсического действия, легкорастворимые соли повышают осмотическое давление почвенного раствора и создают физиологическую сухость, при которой растения страдают так же, как и от почвенной засухи. Избыток водорастворимых солей в почве приводит к изреженности растительного покрова и появлению особой группы дикорастущих видов растений - солянок или галофитов, приспособленных к жизни на засоленных почвах.

Известно, что при избытке соли в среде растение остановится в росте и развитии, а в итоге - рано или поздно погибнет.

Соль отрицательно влияет на растительность, в результате воздействия соли на декоративные растения, появляются симптомы продолжительного токсического эффекта. Воздействие хлоридов нарушает нормальные процессы дыхания и фотосинтеза растений. И при повышении уровня токсичности, зеленая масса будет просто уничтожена. Небольшое количество соли, поглощенное корнями растений может привести к преждевременному пожелтению листьев (хлорозу), а также к раннему опадению листвы осенью. При высокой концентрации хлоридов в почве садовые и огородные культуры не будут расти, как бы хорошо вы за ними ни ухаживали.

Можно выделить три механизма или модели негативного влияния солей на растения: осмотический, токсический, микробиологический.

1. Осмотическая модель. Необходимая для жизнедеятельности растения вода поступает из почвы через корневую систему благодаря явлению осмоса (или всасывания), для эффективного действия которого необходима некоторая разность давлений (или осмотических потенциалов). А повышение концентрации солей приводит к уменьшению этой разности. В результате - растение страдает от недостатка воды, точно также, как и при засухе. Такая модель отрицательного воздействия характерна для сульфатов и нитратов.

2. Токсическая модель. Вредное воздействие - отравление и гибель клеток растения в результате накопления солей, особенно опасен хлорид натрия. Обычные, неприспособленные растения, не умеют избавляться от излишков соли. В результате в их клетках повышается концентрация ионов натрия и хлора, приводящая к нарушению всех жизненных процессов в клетке, образованию и накоплению токсинов и, в конечном счете, к гибели клеток.

3. Микробиологическая модель. Известно, что минеральное питание растений обеспечивается деятельностью почвенных микроорганизмов, которые превращают органику в водорастворимые минеральные соединения, попадающие в виде раствора в растения. Кроме того, корневая система древесных растений активно взаимодействует с микоризой (грибницей), дополняющей сосущие корни и значительно увеличивающей площадь контакта с почвой.

Но всем известно, что поваренная соль - сильнодействующий консервант. Достаточно вспомнить процессы соления рыбы или мясопродуктов. В данном случае соль, действуя как консервант, угнетает деятельность почвенных микроорганизмов и микоризы, делая почву мертвой и лишая растения минерального питания. От этого они сразу не погибнут, но развиваться, расти и плодоносить - не будут.

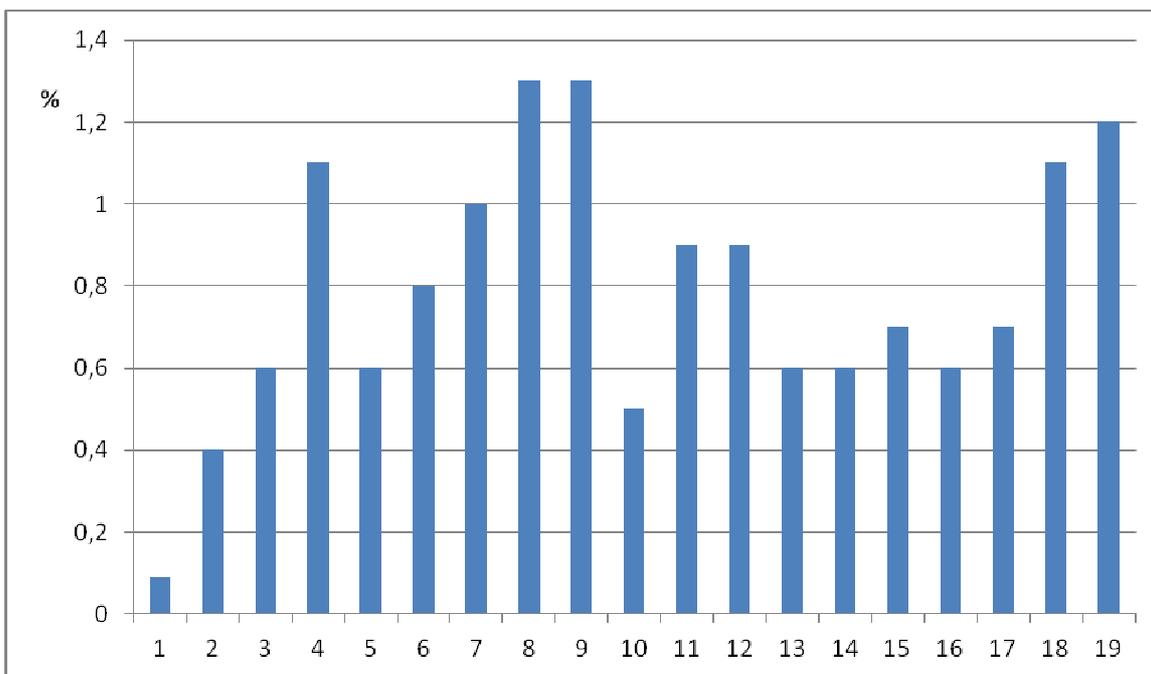
Анализ вышеупомянутых моделей позволяет сделать, по крайней мере, один практический вывод: главное средство борьбы с отрицательным воздействием соли – вода, которая поможет снизить концентрацию солей и спасти растения от засухи и отравления.

Другой способ - улучшение структуры почвы и насыщение ее живой органикой, богатой микроорганизмами (компост, перегной). Понятно, что это поможет только в том случае, когда нет постоянного притока соли извне (с грунтовыми водами или в результате человеческой деятельности).

Третий способ – отказаться от песчано-солевой смеси для борьбы с гололедицей в пользу более экологически чистых и недорогих методов.

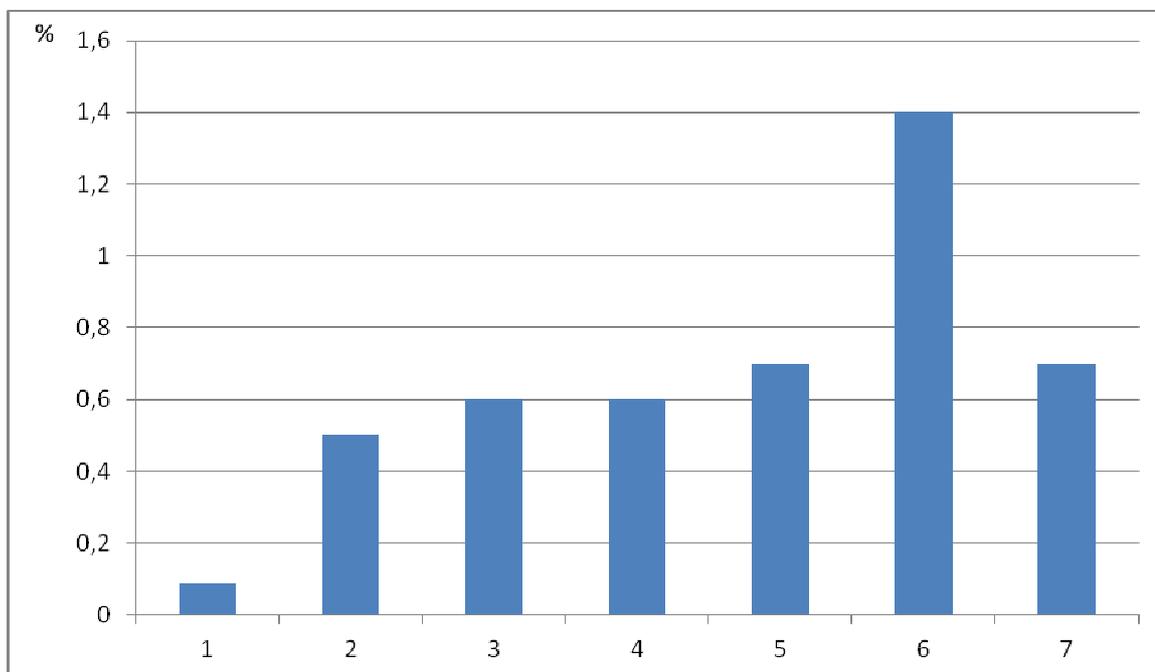
В качестве основного противогололедного реагента на территории г. Йошкар-Олы используется песко-соляная смесь, в состав которой входят соли соляной кислоты – хлориды. В связи с этим нами проводилось изучение степени загрязнения урбаноземов ионами хлора как результата антигололедных мероприятий вблизи проезжих частей и пешеходных дорожек в разных функциональных зонах города Йошкар-Олы. В качестве контроля брали почву из лесопарка «Сосновая роща», с участка, расположенного в лесном массиве вдалеке от дорог.

В ходе исследований было установлено, что содержание хлорид-ионов в урбаноземах г. Йошкар-Олы в придорожных полосах и газонах трех функциональных зон (рекреационной, селитебной и промышленной) варьировало от 0,1 до 1,4 % (рис.1).



1 – Сосновая роща (контроль), 2 – Анциферова, 3 – Баумана, 4 – Волкова, 5 – Зарубина, 6 – Й. Кырли, 7 – Кирова, 8 – Комсомольская, 9 – Медицинская, 10 – Некрасова, 11 – Павленко, 12 – Первомайская, 13 – Петрова, 14 – Подольских Курсантов, 15 – Пролетарская, 16 – Пушкина, 17 – Рябинина, 18 – Эшкинина, 19 – Эшная

Рисунок 1 – Содержание хлорид-ионов в почве селитебной зоны г. Йошкар-Олы



1 – Сосновая роща (контроль), 2 – ЦПКиО им. XXX-летия ВЛКСМ, 3 – К.Маркса, 4 – Лермонтова, 5 – Ломоносова, 6 – Соловьева, 7 – Строителей

Рисунок 2 – Содержание хлорид-ионов в почве рекреационной и промышленной зон г. Йошкар-Олы

На контрольном участке засоленность почв была минимальной – 0,09%. Незначительно выше содержание солей было в почвах ЦПКиО им. ХХХ-летия ВЛКСМ и на некоторых улицах селитебной зоны (Анциферова, Некрасова) – менее 0,5%. На подавляющем большинстве улиц селитебной зоны исследуемых показатель сильно варьировал (от 0,6 до 1,3%, а коэффициент вариации достигал 32%). В промышленной зоне количество ионов хлора на большинстве исследуемых территорий составило 0,6-0,7%, лишь на ул. Соловьева исследуемый показатель достигал максимума (1,4%).

Таким образом, можно отметить некоторое снижение содержания хлорид-ионов по сравнению с 2019 годом, по-видимому, отразилась достаточно теплая и влажная зима 2018-2019 года, во время которой не было необходимости так часто использовать антигололедные реагенты.

В результате ежегодного использования в качестве антигололедного средства песчано-соляной смеси в г. Йошкар-Оле происходит постепенное засоление почвы. Особенно сильно это отражается на состоянии газонов – они теряют свой эстетичный вид из-за угнетения растительного покрова. Снижение использования хлоридов в данных целях позволит поддерживать в благоприятном состоянии урбанофитоценозы г. Йошкар-Олы.

Засоление почв – это процесс накопления в почве более 0,25% от ее массы солей, вредных для растений. По результатам исследований 2020 г. почвы г. Йошкар-Олы можно отнести к слабозасолённым.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Городские почвы – это сложные и быстро развивающиеся природно-антропогенные образования. На их экологическое состояние оказывают негативное воздействие производственные объекты (через выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и захоронение отходов производства), а также выбросы автотранспорта. Результатом многолетнего воздействия загрязненного атмосферного воздуха является накопление металлов в поверхностном слое городских почв, связанное с воздействием технологических процессов, влиянием метеорологических и других факторов. В последние годы ряд исследователей отмечают, что, концентрации свинца и меди в городских почвах значительно снизились из-за мелиорации почвы, исключения этилированного бензина в качестве топлива для транспортных средств и закрытия либо реконструкции некоторых опасных предприятий.

Почвы г. Йошкар-Олы имеют низкий уровень загрязнения, это свидетельствует о том, что несмотря на высокую антропогенную нагрузку, городские почвы сохранили способность самоочищаться. Кроме того, загрязнение почвы солями тяжелых металлов не является актуальной проблемой, так как на территории города отсутствуют химические, металлургические, нефтехимические и другие предприятия, являющиеся источниками загрязнения атмосферного воздуха и почвы. Однако отмечен существенное увеличение площадей городской застройки, что приводит к значительной антропогенной трансформации почвенного покрова, а так же рост числа автотранспорта, так же негативно сказывающегося на экосистемных функциях почв и приводит к появлению у нее фитотоксичности.

Фитотоксичность почвы – это свойство почвы подавлять рост и развитие высших растений. Необходимость определения этого показателя возникает при мониторинге загрязненных земель. Уменьшение числа проростков в

загрязненной почве, по сравнению с контролем более чем в несколько раз, свидетельствует о значительной деградации почв и снижении ее продуктивности, потере способности почвы к самоочищению, что очень важно учитывать, оценивая уровень антропогенного воздействия на экосистемы.

В городе Йошкар-Оле исследования фитотоксичности почв в настоящее время весьма малочисленны, поэтому работы в данном направлении обладают актуальностью и новизной. Они позволяют ранжировать районы исследований по уровню загрязненности почв и предположить о том, в какой мере они деградированы и как могут отразиться на состоянии растений.

Растения являются высокоинформативным индикатором уровня доступных форм химических элементов в окружающей среде и основным источником их для человека и животных. В связи с этим они представляют большой интерес в качестве эффективных объектов при экологическом мониторинге загрязнения окружающей среды. Среди неблагоприятных для растений факторов одним из самых распространенных является засоление. Воздействие хлоридного засоления значительно нарушает корневое питание и водный режим растений, ингибирует процесс фотосинтеза, в результате чего подавляется рост растений и их урожайность.

Исследование фитотоксичности почв разных функциональных зон г. Йошкар-Олы проводилось на двух тест-объектах: горчицы белой (фото 1) и овсе посевном (фото 2).



Фото 1. Горчица белая (*Sinapis alba* L.)



Фото 2. Овёс посевной (*Avena sativa* L.)

При изучении воздействия почвенной вытяжки на энергию прорастания и всхожесть семян горчицы белой (рис. 3) было установлено, что в контроле эти значения были 80 и 94% соответственно. В образцах из ЦПКиО им. ХХХ-летия ВЛКСМ отмечена небольшая тенденция снижения

этих показателей (около 14%), что соответствует слабой фитотоксичности почв данного района исследований.

В почвах селитебной зоны по сравнению с контролем отмечено существенное снижение энергии прорастания семян (более, чем на 50%), однако всхожесть семян исследуемого вида при этом составляла около 62%, что соответствовало средней фитотоксичности почв, т.к. разница с контролем была 34%.

В промышленной зоне города фитотоксичность почв была максимальной: и энергия прорастания и всхожесть понижались более чем на 50%, что уже соответствует сильному фитотоксичному эффекту. При этом значительного загрязнения хлоридами в этих районах не отмечено. Скорее всего, такая существенная разница в фитотоксичности почв исследуемых районов связана с локальными загрязнениями почв (выбросами автотранспорта, загрязнением от строительных и иных отходов).

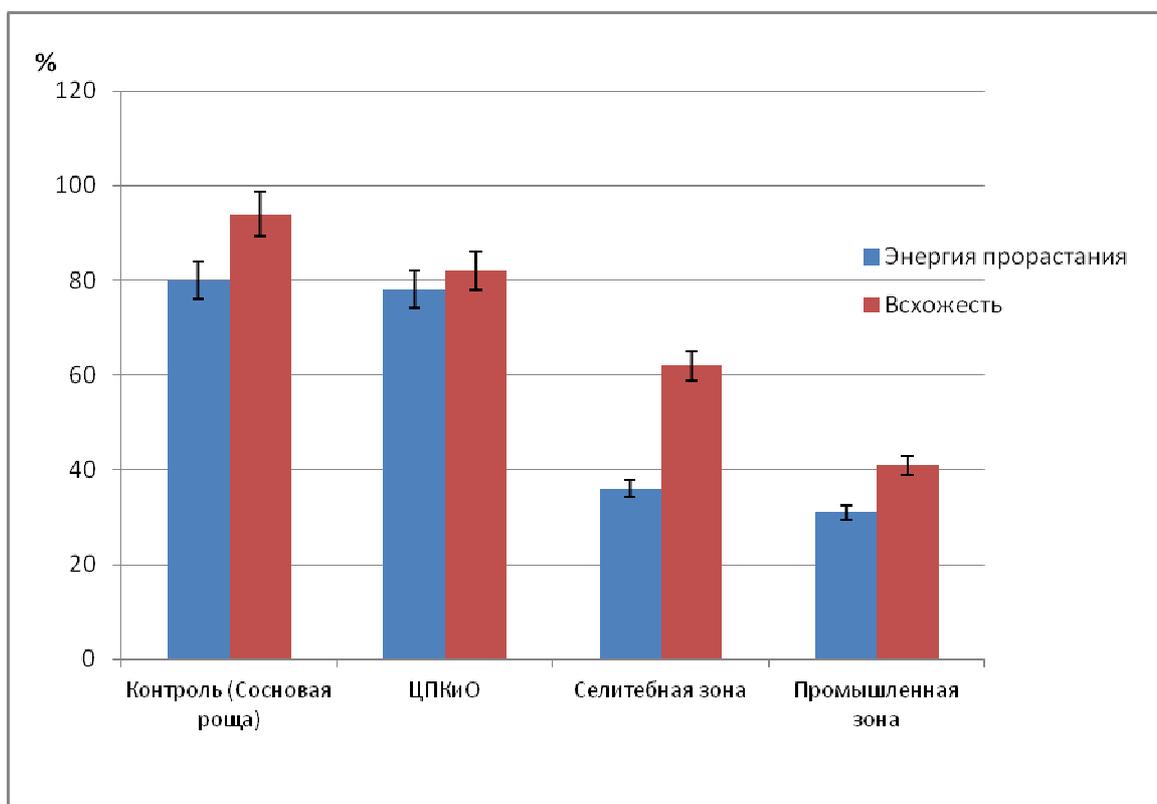


Рисунок 3 – Энергия прорастания и всхожесть семян горчицы белой

Изучение фитотоксичности почв этих же районов на другом объекте исследования – овсе посевной выявил аналогичную тенденцию: почвы селитебной и промышленной зон г. Йошкар-Оле негативным образом отразились как на энергии прорастания, так и на всхожести семян овса посевного. Однако снижение исследуемых показателей по сравнению с контролем не имело такого существенного значения и не превышало 25%. Это соответствовало средней фитотоксичности почвы. По-видимому, разная оценка почв данными тест-объектами обусловлена их видо-специфическими особенностями: либо с меньшей чувствительностью овса посевного как тест-объекта, либо тем, что он обладает более крупными семенами и запаса его питательных веществ достаточно, что бы быть менее чувствительным к составу почв.

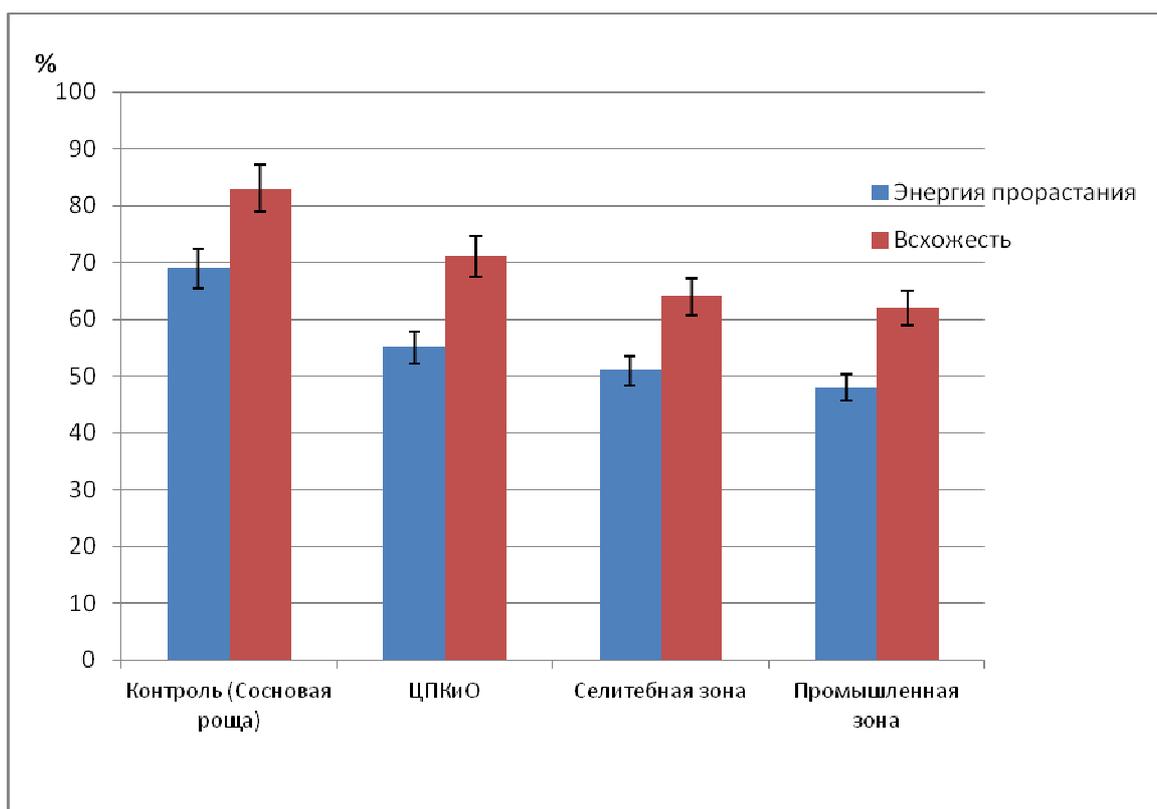


Рисунок 4 – Энергия прорастания и всхожесть семян овса посевного

Кроме того, возможно, что некоторое ингибирующее воздействие на семена исследуемых видов могла оказать биологическая продуктивность

почв. Известно, что значительный вред городским биогеоценозам наносит вывоз и сжигание листвы, в результате чего нарушается биогеохимический цикл питательных элементов почвы; почвы постоянно беднеют, состояние произрастающей на них растительности ухудшается.

Так же фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. совокупность этих веществ получила название колинов, состав и концентрация которых зависят от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений. При низких концентрациях фитотоксических веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ

Пигменты – важнейший компонент фотосинтетического аппарата растений. Высшее растение содержат в своих фотосинтетических органеллах (хлоропластах) два вида хлорофилла: а и b. Абсолютное содержание пигментов и их соотношение у любого вида растения – величина непостоянная. Она может значительно варьировать в зависимости от экологических условий, интенсивности и качества света, структурных особенностей листовой пластинки, антропогенных и других факторов.

Содержание пигментов в листьях растений по ходу вегетации сначала довольно резко возрастает, затем стабилизируется, а к осени снижается. Очень яркий свет вызывает разложение хлорофилла. Следовательно, хлорофилл всегда одновременно синтезируется и разрушается. На ярком свете равновесие устанавливается при более низкой концентрации.

Обычно изучается как валовое содержание хлорофиллов, так и отношение хлорофилла а к хлорофиллу b. По своим функциональным свойствам молекулы хлорофилла неравнозначны, поэтому важно изучение, как суммарного содержания пигментов, так и соотношение различных форм хлорофилла в пигментном комплексе. Только при нормальном соотношении хлорофиллов а и b растение способно быстро реагировать на стрессовые условия. Токсичные вещества, оказывают негативное действие на растения, они снижают содержание хлорофилла, что отрицательно отражается на интенсивности фотосинтеза.

Изучение растений из разных местообитаний показало, что изменение качественных и количественных показателей пигментного комплекса многие авторы рассматривают как один из возможных путей адаптации растений. Соотношение хлорофиллов а и b в норме позволяет быстро реагировать на

экстремальные факторы среды. Вариации фотосинтетических пигментов приводят к изменению активности фотосинтетического аппарата, скорости накопления ассимилянтов, что, в конечном итоге, отражается на росте и продуктивности растений.

Пониженное отношение хлорофилла a/b является типичным при хроническом загрязнении окружающей среды. При этом ученые отмечают большую устойчивость хлорофилла b к неблагоприятным факторам окружающей среды.

В ходе проведенных нами исследований было установлено (табл.), что содержание хлорофилла a, b и суммы хлорофиллов a и b у всех исследуемых проростках, выращенных на почвенных вытяжках рекреационной, селитебной и промышленной города значимо не отличались друг от друга.

вид	Рекреационная зона	Селитебная зона	Промышленная зона
<i>хлорофилл a, мг/г</i>			
Овес посевной	1,5±0,01	1,51±0,020	1,48±0,020
Горчица белая	1,43±0,009	1,35±0,009	1,37±0,015
<i>хлорофилл b, мг/г</i>			
Овес посевной	0,82±0,008	0,63±0,030	0,66±0,010
Горчица белая	0,68±0,012	0,61±0,025	0,64±0,020
<i>хлорофилл a+b, мг/г</i>			
Овес посевной	2,33±0,017	2,14±0,050	2,15±0,020
Горчица белая	2,12±0,020	1,98±0,030	2,0±0,030

Таким образом, несмотря на то, что проростки исследуемых видов были выращены на разном субстрате, имевшем отличия по фитотоксичности, на пигментный комплекс исследуемых видов это практически не повлияло.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ содержания ионов хлора в урбаноземх придорожной полосы и на газонах территории городского округа «Город Йошкар-Ола» позволил установить, что исследуемые районы имели почвы со слабым засолением. С 2019 по 2020 г. отмечена тенденция снижения количества хлорид-ионов в разных функциональных зонах г. Йошкар-Олы, что может быть обусловлено уменьшением использования антигололедных реагентов в последнее время.
2. Исследование фитотоксичности урбаноземов по энергии прорастания и всхожести семян горчицы белой и овса посевного показало, что средняя фитотоксичность изученных образцов почв была самой высокой в промышленной зоне г. Йошкар-Олы. Почвы селитебной зоны имели среднюю фитотоксичность.
3. Засоление почв не имело статистически значимого воздействия на состояние ассимиляционного аппарата тест-объектов, изученного по содержанию фотосинтетических пигментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.4.3.01 «Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами». - М.: Гидрометеиздат. 1981. - С. 9–33.
2. ГОСТ 17.4.4.02-82 «Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, биологического и гельминтологического анализа». - М.: 1982. - С. 11.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 8 с.
4. Горышина, Т.К. Растение в городской среде / Т.К. Горышина - Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. - 152 с.
5. Биомониторинг состояния окружающей среды: учебное пособие / Под. ред. проф. И.С. Белюченко, проф. Е.В. Федоненко, проф. А.В. Смагина. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 153 с.
6. Бурдин, К.С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 158 с.
7. Воскресенская, О.Л. Экология города Йошкар-Олы: Учеб. пособие / О.Л. Воскресенская, Е.А. Алябышева, Т.И. Копылова, Е.В. Сарбаева, Н.А. Баранова. Йошкар-Ола, 2004. – 200 с.
8. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 58 с.
9. Девятова Т.А. Биодиагностика техногенного загрязнения почв / Т.А. Девятова // ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2006. –№ 1. – С. 36-37.
10. Добровольский Г.В., Шеремет Б.В. Почвы. Энциклопедия природы России. – М.: АВ, 1998.– 368 с.

11. Дятлов С. Е., 2000. Роль и место биотестирования в комплексном мониторинге загрязнения морской среды // Экология моря. Т.51. С.83–87.
12. Емельянов А.Г. Основы природопользования / А.Г. Емельянова. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 304 с.
13. Казакова Н.А. Экологическое состояние почвенного покрова в зоне влияния цементного производства Наука и современность, 2010, № 1. – С. 28 – 30
14. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие/ СПб ГТУРП. – СПб., 2012. – 67 с.
15. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева; под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
16. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды; учеб. пособие. -М.: ВЛАДОС, 2001. - 288 с.
17. Федорец Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н.Г. Федорец, М.В.Медведева. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. - 84 с.
18. Шунелько Е.В., Многокомпонентная биоиндикация городских транспортно-селитебных ландшафтов: Автореф. дис... канд. биол. наук.- Воронеж, 2000. – 245 с.
19. Экология города Йошкар-Олы: науч. издание / отв. ред. О.Л. Воскресенская – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2007. – 300 с.
20. Экология урбанизированных территорий. / Под ред. В.А. Попова Казань: Изд-во Казанского университета, 1987. - 102 с.