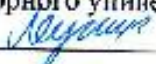


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Марийский государственный университет»

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 № 213-пр от 25.05.2021 г.)

Йоткар-Ола, 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

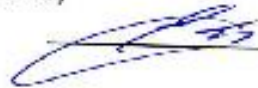
Кафедра экологии Марийского государственного университета:

И.о. зав. кафедрой экологии,
к.б.н., доцент



Е.А. Алябышева

Доцент кафедры экологии,
к.б.н., доцент



Е.В. Сарбаева

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	7
1.1. Районы исследования.....	8
1.2. Объекты исследования	8
1.3. Методы исследований	11
ГЛАВА 2. СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ХЛОРА В УРБАНОЗЕМАХ.....	15
ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ И НА ГАЗОНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ	15
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ.....	21
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ.....	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	39

ВВЕДЕНИЕ

Урбанизация приводит к образованию искусственных экосистем, которые обладают меньшей средообразующей ценностью, нарушением биологического круговорота, сокращением биоразнообразия и т.д. В урбоэкосистемах нарушены естественные связи между различными их компонентами, резко усилено давление на почвы (Экология урбанизированных территорий, 1987; Попова, Наквасина, 2014).

Осознанию вклада почв в функционирование экосистем способствуют представления об экологических функциях почв (Добровольский, Шеремет, 1998). В городской среде экологические функции почв имеют не меньшее значение, т.к. они обеспечивают устойчивость зеленых насаждений, трансформируют потоки техногенных веществ, обеззараживают болезнетворную биоту и др. (Федорец, Медведева, 2009). Недооценка средообразующей значимости почв и непонимание необходимости бережного отношения к почве в городе приводят к негативным последствиям. В урбоэкосистемах уничтожение почв и интенсивное сокращение почвенных ресурсов делают невозможным формирование благоприятной для человека устойчивой среды. Постепенно это ведет к тому, что население городов будет вынужденно существовать на территориях малопригодных для жизни.

В формировании почвенного покрова городов проявляются некоторые общие закономерности: уничтожаются природные почвы, перемешиваются с грунтами, загрязняются органическими и минеральными веществами, в их состав включаются бытовые и строительные отходы. В то же время специфика городских почв зависит от региональной направленности процессов почвообразования, истории и возраста формирования города, местных видов техногенной деятельности человека. Как «новые» компоненты окружающей среды городские почвы изучены недостаточно.

Почвенный покров городов очень неоднороден в пространстве, и это означает, что способность почв выполнять важные эколого-биологические

функции также вариативна. Изучение почвенного покрова городов необходимо для поддержания и восстановления свойств, необходимых для выполнения почвами их функций в различных функциональных зонах.

Для рационального использования ограниченных и все более сокращающихся почвенных ресурсов необходимо знать современную структуру почвенного покрова, законы его формирования в урбоэкосистемах, уметь управлять ими с целью оптимизации параметров городской среды (Почвы..., 2016).

В настоящее время наблюдается динамика увеличения автомобильного парка в среднем на 1,5% в год (по России). Это ведет к расширению дорожно-транспортной сети, нуждающейся в обслуживании. В зимний период времени основным фактором является ледяной покров. Широко применяемый в практике химический метод разрушения снега и льда – применение ПГМ (противогололедных материалов) (Шунелько, 2000).

Таким образом, это может привести к засолению почвы, итак находящейся под большим антропогенным прессом. Для большинства растений избыток солей в почвенном растворе токсичен. В зависимости от концентрации солей в почве у растений наблюдается различная степень угнетения, как следствие внутреннего водного дефицита (Горышина, 1991; Девятова, 2006).

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

В ходе работы решались следующие **задачи**:

1. Исследовать содержание хлорид-ионов в урбаноземах придорожных полос и на газонах в рекреационной, селитебной и южной промышленной зонах городского округа «Город Йошкар-Ола».
2. Исследовать фитотоксичность урбаноземов по энергии прорастания и всхожести семян горчицы белой и овса посевного.
3. Изучить влияние засоления городских 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 хлорид-ионами, разработка природоохранных и профилактических мероприятий, направленных на улучшение экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки в г. Йошкар-Оле).

ГЛАВА 1. РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Йошкар-Ола – столица Республики Марий Эл. Город расположен на территории Марийской низменности, находящейся в восточной части Восточно-Европейской равнины, в 50 км к северу от реки Волги, на ее левом притоке – реке Малая Кокшага (Официальный сайт администрации городского округа «Город Йошкар-Ола», 2011). Йошкар-Ола является самым важным административным и промышленным центром республики. Население составляет более 263 тыс. человек (Официальный сайт службы Росстата, 2015).

По почвенно-климатическим условиям территорию республики подразделяют на четыре агроклиматических района:

1) Центральный, который включает Медведевский, Оршанский, Советский, Килемарский и Юринский административные районы, занимает территорию Марийской низменности, основные почвы дерново-подзолистые, малогумусные суглинистые на покровных суглинках, часто подстилаемые древнеаллювиальными супесями;

2) Северо-восточный (Куженерский, Сернурский, Новоторъяльский, Мари-Турекский и Параньгинский административные районы) расположен на возвышенной холмистой равнине, почвы дерново-подзолистые среднесуглинистые;

3) в Юго-восточном (Звениговский, Волжский и Моркинский административные районы) наиболее распространены дерново-подзолистые супесчаные и песчаные почвы;

4) в Правобережном агроклиматическом районе (Горномарийским административный район) чаще всего встречаются дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы, в южной части – светло-серые и серые лесные на лессовидных суглинках.

Основным отличием городских почв от почв характерных для данной природной зоны является наличие почвенного горизонта «урбик». Это

поверхностный насыпной, перемешанный горизонт, часть культурного слоя с примесью урбоантропогенных включений (строительно-бытового мусора, промышленных отходов). Отличительными чертами антропогенно созданного горизонта являются: повышенное содержание питательных элементов, присутствие большого количества карбонатов, местами признаки засоления, высокое содержание тяжелых металлов, повышенная уплотненность (Воскресенская и др., 2004; Экология города Йошкар-Олы, 2007).

1.1. Районы исследования

В пределах населенных пунктов согласно Градостроительному кодексу РФ (№ 190-ФЗ)¹, Своду правил СП 42.13330.20162 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» выделяются различные зоны по их функциональному назначению (функциональные зоны): жилые (селитебные), промышленные, рекреационные и т.д.

Исследования проводились в июне-сентябре 2021 года на территории г. Йошкар-Олы в трех различных функциональных зонах: рекреационной, селитебной и южной промышленной зоне (табл. 1, рис. 1).

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.

Таблица 1 – Районы исследования

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



№ 1 район исследования
(рекреационная зона)



№ 2 район исследования
(селитебная зона)



№ 24 район исследования (южная промышленная зона)

Рисунок 1 – Районы исследования

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.

Для оценки засоленности почв г. Йошкар-Олы использовали тест-объекты: горчицу белую (*Sinapis alba* L.) и овес посевной (*Avena sativa* L.), согласно ГОСТ Р ИСО 22030-2009.

Горчица белая (*Sinapis alba* L.), сем Капустные (Brassicaceae) – однолетник. Стебель 25-100 см высотой, чаще весь опушен жесткими, загнутыми вниз, щетинистыми волосками, иногда почти голый. Нижние листья лировидно-перисто-надрезанные, верхняя лопасть овальная, состоящая из трех долей, боковых лопастей - 2-3 пары. Верхние листья на более коротких черешках, с меньшим числом лопастей и с более острыми их очертаниями. Редко нижние листья бывают рассечены на узкие доли. Все листья жестковолосистые, реже - почти голые. Ноготок лепестка в полтора раза короче отгиба. Цветоножки при плодах горизонтально отклоненные, 0,8-1,3 см длиной. Стручки прямые или изогнутые, грубые, бугорчатые, обычно покрыты жесткими оттопыренными волосками, 2-4 см длиной, с плоским мечевидным носиком, равным по длине створкам или длиннее их. Иногда стручки с очень короткими створками, 1-2-семянные. Семена беловато-желтые. Цветет в июне, плодоносит в августе (рис. 2).

Овес посевной (*Avena sativa* L.), сем. Мятликовые (Злаки) (Poaceae) – однолетник. Стебли прямостоячие или вначале лежащие, круглые, голые, гладкие, толщиной около 3-6 мм, высотой от 30 см до 2 м, с 3-4 голыми или опушенными узлами. Листья ланцетно-заостренные, шероховатые, зеленые или сизые, часто с восковым налетом, различной длины (20-45 см) и ширины (8-30 мм), голые или по краям с ресничками, иногда листовая пластинка опушенная. Влагалища нижних листьев в различной степени опушенные или голые. Язычок конусовидный, длиной 3-5 мм, или усеченный, реже совсем отсутствует. Соцветие - метелка раскидистая, полусжатая или сжатая

(одногривая). Колоски 2-4-хцветковые, у голозерных - многоцветковые. Верхний цветок обычно недоразвит. Колосковых чешуй две, верхняя немного длиннее нижней. По консистенции и форме они перепончатые, широколанцетные, заостренные, длиной около 25-30 мм, с 9-11 жилками; у пленчатых форм по размерам превышают цветки. У голозерных форм колосковые и цветковые чешуи перепончатые. Внутренняя цветковая чешуя короче наружной. Окраска цветковых чешуй у пленчатых форм овса - белая, желтая, серая или коричневая; у голозерных - соломенного цвета или беловатая. Нижняя цветковая чешуя ланцетная или яйцевидно-ланцетная, длиной около 20-25 мм, опушенная или голая, гладкая или шероховатая, с 7-9 жилками, на верхушке двузубчатая, у остистых форм на спинке с остью. Все цветки в колоске без сочленений и отделяются только обламыванием, образуя почти горизонтальную площадку излома. Междоузлия оси обламываются вверху, и стерженек второго цветка остается при нижнем цветке. Пленочки косоланцетные. Тычинок три. Завязь по всей поверхности густоволосистая. Пестик имеет два перистых рыльца. Зерновка пленчатая (плотно охваченная цветковыми пленками, но не сросшаяся с ними) или голая (свободно лежащая между цветковыми чешуями), покрытая по всей поверхности прижатыми волосками, длиной 8-11 мм, имеет ясно выраженную продольную бороздку (рис. 3).

1.3. Методы исследований

Отбор проб почвы

Отбор проб почвы осуществлялся в соответствии с ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб» (распространяется на отбор проб пахотных земель, почв сенокосов, лесных питомников и устанавливает методы их отбора при агрохимическом и эколого-токсикологическом обследовании).

Подготовку почвенных проб для последующего анализа проводили по ГОСТ 17.4.4.02–2017 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и

подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».



Рисунок 2 – *Sinapis alba* L.



Рисунок 3 – *Avena sativa* L.

Определение хлоридов аргентометрическим методом

Хлорид-ионы определяли аргентометрическим методом по Мору, по ГОСТ 26425–85 «Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке».

Для анализа использовали фильтраты вытяжек, приготовленных по ГОСТ 26423-85.

Пробу водной вытяжки объемом 2 см³ отбирали пипеткой в коническую колбу, приливали дистиллированную воду до объема 30 см³, 1 см³ раствора хромовокислого калия с массовой долей 10% титровали раствором азотно-кислого серебра до перехода окраски от желтой к красно-бурой.

Количество эквивалентов иона хлорида (X), ммоль в 100 г почвы, вы-

$$X = \frac{V \cdot c \cdot 500}{V_1},$$

числяли по формуле:

где V - объем раствора азотнокислого серебра, пошедший на титрование, см³; c - концентрация раствора азотнокислого серебра, ммоль/см³; 500 - коэффициент пересчета на 100 г почвы; V₁ - объем пробы водной вытяжки, см³.

Массовую долю иона хлорида в почве (X₁) в процентах вычисляли по формуле: $X_1 = C \cdot 0,0355$,

где c - количество эквивалентов иона хлорида в почве, ммоль в 100 г; 0,0355 - коэффициент пересчета в проценты.

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:

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

где ФЭ – фитотоксический эффект, B₁ – всхожесть семян в контроле, B₂ – всхожесть семян в опытном варианте.

Уровень фитотоксичности почвы (ФЭ) оценивали по следующей шка-

ле: 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 *a* 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

Применение противогололедных реагентов (ПГР) на автомагистралях, тротуарах и во дворах жилых кварталов городов и городских агломераций в зимний период приводит к негативным экологическим последствиям, которые затрагивают все компоненты ландшафта (Азовцева, Смагин, 2018; Романов, 2021).

В наибольшей степени страдают почвы, служащие депонирующей средой для многих токсичных соединений, входящих в состав ПГР. Используемые реагенты представляют собой активные вещества, которые отрицательно влияют на химический состав снежного покрова и почв, повреждают городские посадки и приводят к коррозии металлических предметов (мостов, автомобилей, труб), разрушению исторических памятников и объектов архитектуры, наносят вред здоровью людей.

Наиболее опасное экологическое следствие применения ПГР – антропогенное засоление почв и их последующее осолонцевание, обусловленное вхождением обменного натрия в состав почвенного поглощающего комплекса (ППК).

Высокая концентрация обменного натрия в придорожных почвах вызывает диспергацию почвенных коллоидов, усиливая их подвижность вместе с органическим веществом и приводя к ухудшению водопроницаемости, увеличению плотности, нарушению дыхания и газового режима, сокращению видового разнообразия почвенной микрофлоры и значительным изменениям структуры микробных сообществ (Королев, Горняков, 2018).

Другое важное следствие осолонцевания почв – мобилизация тяжелых металлов, связанных с коллоидами и органическим веществом, и их вынос в грунтовые воды.

Засоленность и солонцеватость городских почв отрицательно влияют на состояние городских зеленых насаждений и часто служат причиной их

стресса и гибели. Сильнее других страдают почвы и растения вблизи крупных автомагистралей (Никофорова, Кошелева, Хайбрахманов, 2016; Никиторова, Касимов, Кошелева, 2017; Наместникова, Бузаева, 2019).

Основные средства, используемые в мире для удаления снега и льда с городских магистралей и тротуаров, представлены технической поваренной солью, песком и мелким щебнем.

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 урбанизированных почв ионами хлора как результата антигололедных мероприятий вблизи проезжих частей и пешеходных дорожек в разных функциональных зонах города Йошкар-Олы.

В ходе работы было выявлено, что содержание хлоридов в почве г. Йошкар-Олы было изменялось от 0,07 до 0,46% (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Variable	Analysis of Variance (Spreadsheet1)							
	Marked effects are significant at p < ,05000							
	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
хлориды, %	1,096147	23	0,047659	0,011096	48	0,000231	206,1654	0,0000000

В пробах почвы, отобранных на территории Центрального парка культуры и отдыха им. XXX-летия ВЛКСМ (рекреационная зона г. Йошкар-Олы) концентрация хлорид-ионов составила $0,07 \pm 0,01\%$. Согласно классификации Н.И. Базилевича и Е.И. Панкова, данное значение свидетельствует о том, что почвы относятся к незасоленным ($<0,15\%$).

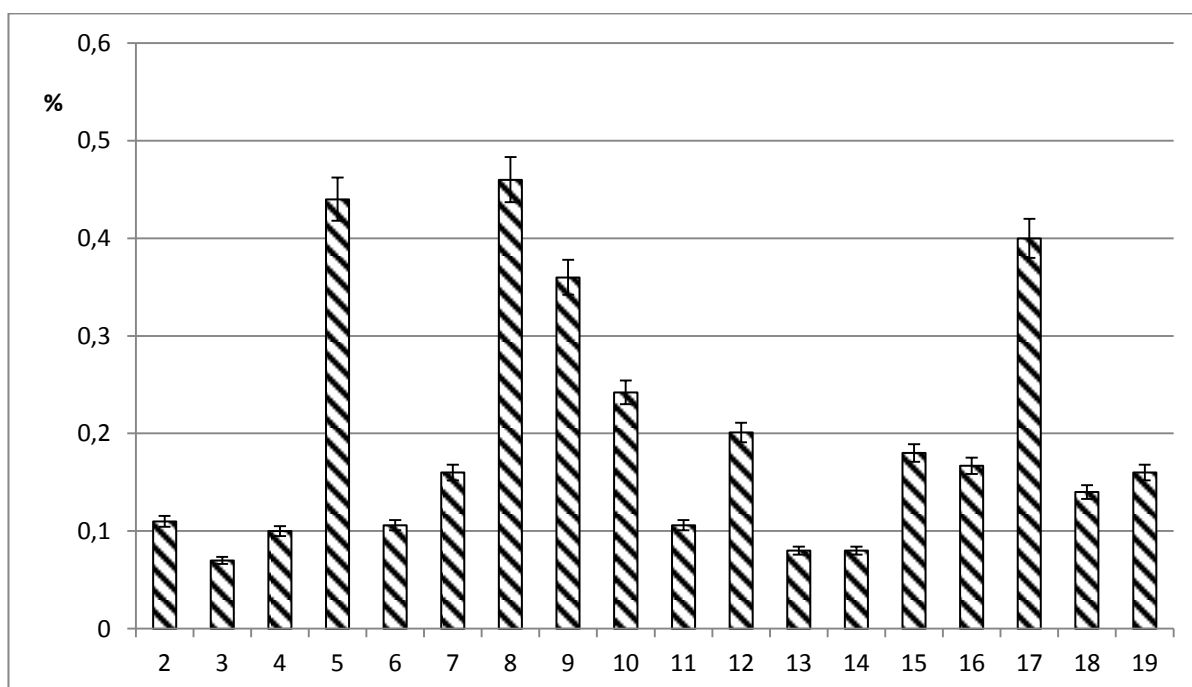
В дальнейшем были исследованы пробы почвы, отобранные в селитебной зоне г. Йошкар-Олы, всего было проанализировано 18 улиц.

На рисунке 4 показано процентное содержание в почве селитебной зоны ионов хлора. Наименьшие показатели данного параметра были обнаружены в

3, 13, 14 районах исследования (ул. Баумана, ул. Петрова, ул. Подольских Курсантов) – 0,07-0,08%.

Немного больше хлоридов содержалось в почвах в 2, 4, 6, 11 районах исследования (ул. Анциферова, ул. Волкова, ул. Й. Кырли, ул. Павленко) – 0,10-0,11%.

В почвах 7, 15, 16, 18 и 19 районов (ул. Кирова, ул. Пролетарская, ул. Пушкина, ул. Эшкинина и ул. Эшпая) содержание хлорид ионов составило 0,14-0,18%.



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

Рисунок 4 – Содержание хлорид-ионов в почве селитебной зоны
г. Йошкар-Олы

В пробах почвы, отобранных в придорожных полосах на ул. Некрасова и ул. Первомайской, концентрация ионов хлора увеличивалась до 0,20-0,24%. Согласно классификации Н.И. Базилевича и Е.И. Панкова, данные значения свидетельствуют о том, что почвы относятся к слабозасоленным (0,15–0,3%).

На территории прилегающим к городским автомагистралям (ул. Медицинская, ул. Рябинина) содержание хлорид ионов увеличивалось практиче-

ски в 2 раза по сравнению с предыдущими районами исследования – 0,36-0,40%.

Наибольшее содержание ионов хлора было обнаружено в пробах почвы, отобранных на ул. Зарубина и ул. Комсомольская – 0,44-0,46%.

Согласно классификации Н.И. Базилевича и Е.И. Панкова, данные значения свидетельствуют о том, что почвы на ул. Медицинская, ул. Рябинина, ул. Зарубина и ул. Комсомольская относятся к средnezасоленные (0,3–0,6%).

В дальнейшем мы исследовали пробы почвы, отобранные в южной промышленной зоне г. Йошкар-Олы.

Содержание хлорид-ионов в почвах в данной зоне г. Йошкар-Олы изменялось от 0,07 до 0,36%.

Наименьшая концентрация хлоридов была обнаружена в районе ул. К. Маркса и ул. Строителей, а более высокая – в районе ул. Ломоносова и ул. Соловьева (рис. 5). Согласно классификации Н.И. Базилевича и Е.И. Панкова, данные значения (0,07-0,11%) свидетельствуют о том, что почвы относятся к незасоленным ($<0,15\%$).

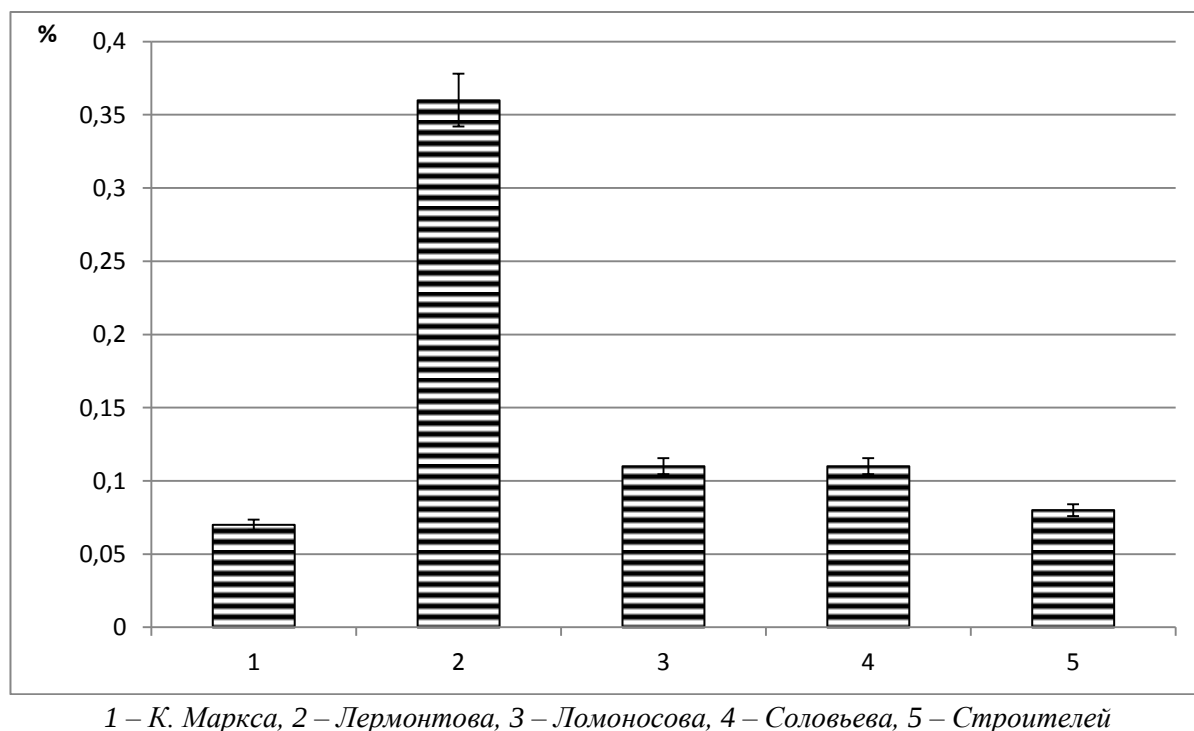


Рисунок 5 – Содержание хлорид-ионов в почве южной промышленной зоны г. Йошкар-Олы

Концентрация хлорид ионов в пробах почвы, отобранных на ул. Лермонтова, составила $0,36 \pm 0,01\%$, что согласно классификации Н.И. Базилевича и Е.И. Панкова свидетельствует о среднем уровне их засоления (0,3-0,6%).

Согласно классификации почв по степени засоления хлоридами урбаноземы рекреационной зоны г. Йошкар-Олы относятся к незасоленным, селитебной зоны – от незасоленной далее к слабозасоленным и далее к средnezасоленным, южной промышленной зоны – к незасоленным и средnezасоленным.

В результате множественного сравнения выборов по Шеффи-тесту было установлено, что фактор – район исследования оказывал статистически значимое влияние на содержание хлоридов в городских почвах; была обнаружена статистически значимая разница между рекреационной, селитебной и южной промышленной зонами города (табл. 3).

Кроме этого, наблюдается тенденция к снижению содержания хлорид-ионов в течение 2019, 2020, 2021 годов.

По-видимому, изменение содержания хлоридов в почве связано с высотой снежного покрова, длительностью снежного периода, суммарным количеством внесенных противогололедных реагентов.

В дальнейшем необходимо продолжить мониторинг антропогенного засоления городских почв, что позволит выявить аномалии техногенных солей в почвенном покрове. Принимая во внимание потенциальную опасность многолетней аккумуляции солей в почвах, необходимо совершенствовать принципы оценки экологического риска опасности используемых ПГР на окружающую среду и здоровье населения.

Таблица 3 – Результаты множественного сравнения выборов по Шеффи-тесту

Улица	Scheffe Test: Variable: хлориды, % (Spreadsheet1)														
	Marked differences are significant at p < .05000														
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	M= 07067	M= 11000	M= 07000	M= 10000	M= 44000	M= 10200	M= 16000	M= 46000	M= 36000	M= 24067	M= 10200	M= 20000	M= 08000	M= 08000	M= 18000
ЦПКиО им. XXX-летия ВЛКСМ (1)		0.983120	1.000000	0.999749	0.000000	0.999283	0.008913	0.000000	0.000000	0.000000	0.999283	0.000003	1.000000	1.000000	0.000189
Анциферова (2)	0.983120		0.979356	1.000000	0.000000	1.000000	0.816639	0.000000	0.000000	0.000002	1.000000	0.007915	0.999639	0.999639	0.170052
Баумана (3)	1.000000	0.979356		0.999639	0.000000	0.999009	0.007915	0.000000	0.000000	0.000000	0.999009	0.000003	1.000000	1.000000	0.000165
Волкова (4)	0.999749	1.000000	0.999639		0.000000	1.000000	0.466022	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.001218	1.000000	1.000000	0.042306
Зарубина (5)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	1.000000	0.042306	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
И. Кырли (6)	0.999283	1.000000	0.999009	1.000000	0.000000		0.540608	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.001792	0.999998	0.999998	0.057346
Кирова (7)	0.008913	0.816639	0.007915	0.466022	0.000000	0.540608		0.000000	0.000000	0.038129	0.540608	0.979356	0.042306	0.042306	1.000000
Комсомольская (8)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000		0.001218	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Медицинская (9)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.042306	0.000000	0.000000	0.001218		0.000024	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Некрасова (10)	0.000000	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.038129	0.000000	0.000024		0.000000	0.974957	0.000000	0.000000	0.441714
Павленко (11)	0.999283	1.000000	0.999009	1.000000	0.000000	1.000000	0.540608	0.000000	0.000000	0.000000		0.001792	0.999998	0.999998	0.057346
Первомайская (12)	0.000003	0.007915	0.000003	0.001218	0.000000	0.001792	0.979356	0.000000	0.000000	0.974957	0.001792		0.000021	0.000021	1.000000
Петрова (13)	1.000000	0.999639	1.000000	1.000000	0.000000	0.999998	0.042306	0.000000	0.000000	0.000000	0.999998	0.000021		1.000000	0.001218
Подольских Курсантов (14)	1.000000	0.999639	1.000000	1.000000	0.000000	0.999998	0.042306	0.000000	0.000000	0.000000	0.999998	0.000021	1.000000		0.001218
Пролетарская (15)	0.000189	0.170052	0.000165	0.042306	0.000000	0.057346	1.000000	0.000000	0.000000	0.441714	0.057346	1.000000	0.001218	0.001218	
Пушкина (16)	0.005860	0.745390	0.005189	0.382950	0.000000	0.453821	1.000000	0.000000	0.000000	0.054556	0.453821	0.990166	0.029246	0.029246	1.000000
Рябинина (17)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.979356	0.000000	0.000000	0.466022	0.979356	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Эшкинина (18)	0.184247	0.999639	0.170052	0.979356	0.000000	0.988996	1.000000	0.000000	0.000000	0.001069	0.988996	0.466022	0.466022	0.466022	0.979356
Эшпая (19)	0.008913	0.816639	0.007915	0.466022	0.000000	0.540608	1.000000	0.000000	0.000000	0.038129	0.540608	0.979356	0.042306	0.042306	1.000000
Карла Маркса (20)	1.000000	0.979356	1.000000	0.999639	0.000000	0.999009	0.007915	0.000000	0.000000	0.000000	0.999009	0.000003	1.000000	1.000000	0.000165
Лермонтова (21)я	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.042306	0.000000	0.000000	0.001218	1.000000	0.000024	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Ломоносова (22)я	0.983120	1.000000	0.979356	1.000000	0.000000	1.000000	0.816639	0.000000	0.000000	0.000002	1.000000	0.007915	0.999639	0.999639	0.170052
Соловьева (23)	0.983120	1.000000	0.979356	1.000000	0.000000	1.000000	0.816639	0.000000	0.000000	0.000002	1.000000	0.007915	0.999639	0.999639	0.170052
Строителей (24)	1.000000	0.999639	1.000000	1.000000	0.000000	0.999998	0.042306	0.000000	0.000000	0.000000	0.999998	0.000021	1.000000	1.000000	0.001218

Улица	Scheffe Test: Variable: хлориды, % (Spreadsheet1)														
	Marked differences are significant at p < .05000														
	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
	M= 24067	M= 10200	M= 20000	M= 08000	M= 08000	M= 18000	M= 16233	M= 40000	M= 14000	M= 16000	M= 07000	M= 36000	M= 11000	M= 11000	M= 08000
ЦПКиО им. XXX-летия ВЛКСМ (1)	0.000000	0.999283	0.000003	1.000000	1.000000	0.000189	0.005860	0.000000	0.184247	0.008913	1.000000	0.000000	0.983120	0.983120	1.000000
Анциферова (2)	0.000002	1.000000	0.007915	0.999639	0.999639	0.170052	0.745390	0.000000	0.999639	0.816639	0.979356	0.000000	1.000000	1.000000	0.999639
Баумана (3)	0.000000	0.999009	0.000003	1.000000	1.000000	0.000165	0.005189	0.000000	0.170052	0.007915	1.000000	0.000000	0.979356	0.979356	1.000000
Волкова (4)	0.000000	1.000000	0.001218	1.000000	1.000000	0.042306	0.382950	0.000000	0.979356	0.466022	0.999639	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Зарубина (5)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.979356	0.000000	0.000000	0.000000	0.042306	0.000000	0.000000	0.000000
И. Кырли (6)	0.000000	1.000000	0.001792	0.999998	0.999998	0.057346	0.453821	0.000000	0.988996	0.540608	0.999009	0.000000	1.000000	1.000000	0.999998
Кирова (7)	0.038129	0.540608	0.979356	0.042306	0.042306	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.007915	0.000000	0.816639	0.816639	0.042306
Комсомольская (8)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.466022	0.000000	0.000000	0.000000	0.001218	0.000000	0.000000	0.000000
Медицинская (9)	0.000024	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.979356	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Некрасова (10)	0.000000	0.000000	0.974957	0.000000	0.000000	0.441714	0.054556	0.000000	0.001069	0.038129	0.000000	0.000024	0.000002	0.000002	0.000000
Павленко (11)	0.000000		0.001792	0.999998	0.999998	0.057346	0.453821	0.000000	0.988996	0.540608	0.999009	0.000000	1.000000	1.000000	0.999998
Первомайская (12)	0.974957	0.001792		0.000021	0.000021	1.000000	0.990166	0.000000	0.466022	0.979356	0.000003	0.000000	0.007915	0.007915	0.000021
Петрова (13)	0.000000	0.999998	0.000021		1.000000	0.001218	0.029246	0.000000	0.466022	0.042306	1.000000	0.000000	0.999639	0.999639	1.000000
Подольских Курсантов (14)	0.000000	0.999998	0.000021	1.000000		0.001218	0.029246	0.000000	0.466022	0.042306	1.000000	0.000000	0.999639	0.999639	1.000000
Пролетарская (15)	0.441714	0.057346	1.000000	0.001218	0.001218		1.000000	0.000000	0.979356	1.000000	0.000165	0.000000	0.170052	0.170052	0.001218
Пушкина (16)	0.054556	0.453821	0.990166	0.029246	0.029246	1.000000		0.000000	0.999998	1.000000	0.005189	0.000000	0.745390	0.745390	0.029246
Рябинина (17)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.979356	0.000000	0.000000	0.000000
Эшкинина (18)	0.001069	0.988996	0.466022	0.466022	0.466022	0.979356	0.999998	0.000000		1.000000	0.170052	0.000000	0.999639	0.999639	0.466022
Эшпая (19)	0.038129	0.540608	0.979356	0.042306	0.042306	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000		0.007915	0.000000	0.816639	0.816639	0.042306
Карла Маркса (20)	0.000000	0.999009	0.000003	1.000000	1.000000	0.000165	0.005189	0.000000	0.170052	0.007915		0.000000	0.979356	0.979356	1.000000
Лермонтова (21)я	0.000024	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.979356	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000
Ломоносова (22)я	0.000002	1.000000	0.007915	0.999639	0.999639	0.170052	0.745390	0.000000	0.999639	0.816639	0.979356	0.000000		1.000000	0.999639
Соловьева (23)	0.000002	1.000000	0.007915	0.999639	0.999639	0.170052	0.745390	0.000000	0.999639	0.816639	0.979356	0.000000	1.000000		0.999639
Строителей (24)	0.000000	0.999998	0.000021	1.000000	1.000000	0.001218	0.029246	0.000000	0.466022	0.042306	1.000000	0.000000	0.999639	0.999639	

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Почвы занимают особое место в экологических системах и выполняют огромное количество функций. Важнейшая из них – экологическая, обеспечивающая жизненное пространство для человека и живых организмов. Антропогенно-преобразованные почвы образуют группу собственно городских почв – урбаноземов. Строительство городов приводит к уменьшению доли «живых» почв, при этом доля нарушенных земель возрастает, что значительно ухудшает санитарно-гигиенические, биосферные и экологические функции городских ландшафтов, сопровождается серьезными нарушениями всего природного комплекса, создающими угрозу здоровью и жизни человека в городе (Бурдин, 1985; Емельянов, 2004; Биомониторинг..., 2014; Попова, 2014).

Особенности формирования урбаноземов проявляются в сильной вариабельности почвенных параметров и проявлении контрастности, мозаичности и большой изменчивости генетических свойств.

Немаловажным является тот факт, что почвенный покров города Йошкар-Олы постоянно изменяется в результате планировочных мероприятий, строительной деятельности, озеленения и др., т.е. постоянно варьирует вместе с условиями городской среды.

Почвы нашего города имеют низкий уровень загрязнения, это свидетельствует о том, что, несмотря на антропогенную нагрузку, городские почвы сохранили способность самоочищаться.

Кроме того, на территории города отсутствуют металлургические, нефтехимические и другие предприятия, являющиеся источниками загрязнения атмосферного воздуха и почвы. И как следствие, загрязнение почв нефтепродуктами и солями тяжелых металлов не является актуальной проблемой. Тем не менее, в последние годы происходит существенное увеличение площадей городской застройки, а это приводит к значительной антропогенной трансформации почвенного покрова. Так же на экосистемных функ-

циях почв негативно сказывается рост числа автотранспорта, это приводит к появлению у нее фитотоксичных свойств (Глаков и др., 2016)

Фитотоксичность является интегральным показателем суммарного воздействия почвенных поллютантов на рост и развитие высших растений. Уровень фитотоксичности городских почв оценивается по снижению определяемых показателей по сравнению с таковыми у растений, выращиваемых на контрольной (незагрязненной) почве (Мелехова, 2007; Ляшенко, 2012).

В лабораторных условиях исследовалась фитотоксичность почв по отношению к двум индикаторным тест-культурам: горчице белой (*Sinapis alba* L.) и овсу посевному (*Avena sativa* L.).

Перед проведением эксперимента специальной обработки (стратификация, скарификация и др.) семян тест-культур не проводилось.

Фитотоксичность почвы – это свойство почвы подавлять рост и развитие высших растений. Необходимость определения этого показателя возникает при мониторинге загрязненных почв. 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 (Федорова, Никольская, 2001).

В нашем случае проводилось исследование фитотоксичности городских почв в различных функциональных зонах г. Йошкар-Олы.

Как видно из рисунков 6 и 7, воздействие почвенной вытяжки на энергию прорастания и всхожесть семян горчицы белой в исследуемых образцах существенно варьировало.

В результате обработки данных с помощью однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что фактор – район исследования оказывал статистически значимое влияние, как на скорость прорастания семян в течение 4 суток, так и на общую всхожесть семян горчицы белой (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Variable	Analysis of Variance (Spreadsheet1)							
	Marked effects are significant at p < ,05000							
	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
горчица ЭП, %	8100,995	23	352,2172	49,95333	48	1,040694	338,4444	0,000000

Таблица 5 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Variable	Analysis of Variance (Spreadsheet1)							
	Marked effects are significant at p < ,05000							
	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
горчица ВС, %	2168,593	23	94,28666	49,70000	48	1,035417	91,06156	0,000000

Так, в образцах почв отобранных на территории Центрального парка культуры и отдыха им. XXX-летия ВЛКСМ (рекреационная зона г. Йошкар-Олы) всхожесть и энергия прорастания на 4 сутки семян горчицы белой составили 83,3%.

Всхожесть семян тест-объекта на образцах почвы с улиц Эшкинина и Некрасова составила 100%, а энергия прорастания – 96,6 и 93,3%, соответственно.

Также высокие значения по исследуемым показателям были отмечены для проб почвы, отобранных на улицах Баумана, Подольских курсантов, Пушкина, Пролетарская, Кирова: 93,3% (энергия прорастания на 4 стуки) и 96,7% (всхожесть на 7 сутки).

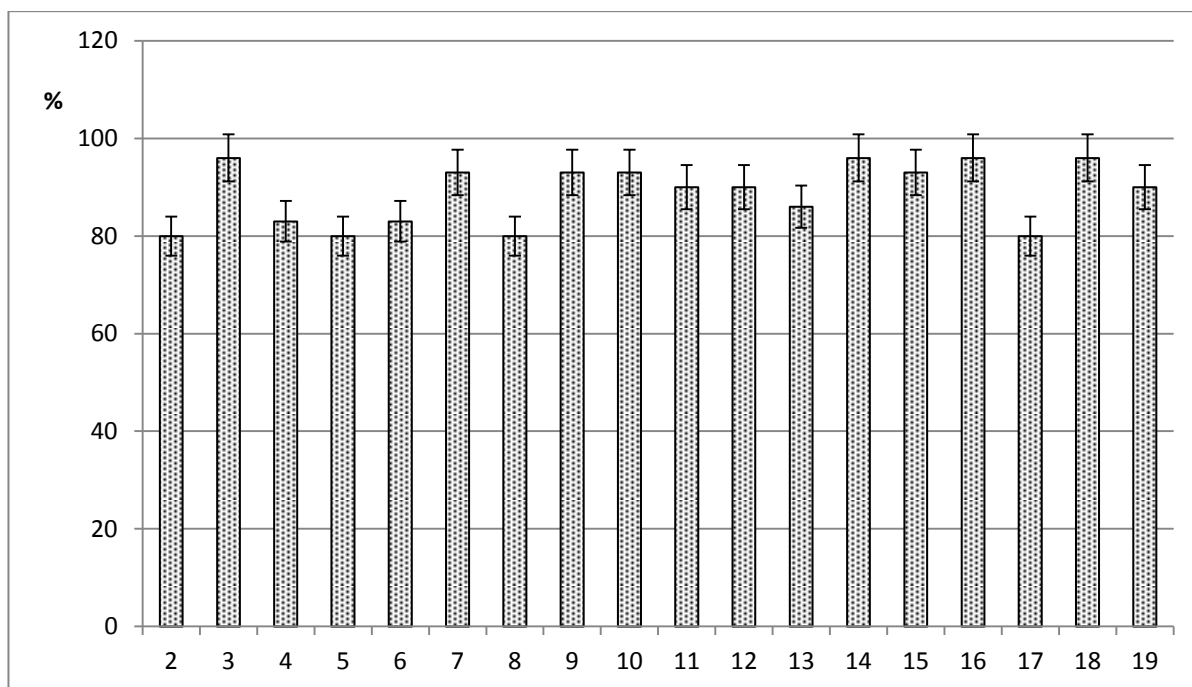
Небольшое снижение и энергии прорастания и всхожести семян было обнаружено для проб почвы, отобранных с ул. Первомайская, Эшпая, Павленко, Петрова, Волкова, Анциферова, Медицинская – 90,0-93,3% (энергия прорастания на 4 стуки) и 83,3-90,0% (всхожесть на 7 сутки).

Всхожесть и энергия прорастания семян тест-объекта на образцах почвы с улиц Комсомольская, Рябинина, Зарубина была ниже, по сравнению с предыдущими районами исследования – 83,3% и 80,0%, соответственно.

Почвы южной промышленной зоны характеризовались несколько большей фитотоксичностью по сравнению с почвами селитебной зоны г. Йошкар-Олы.

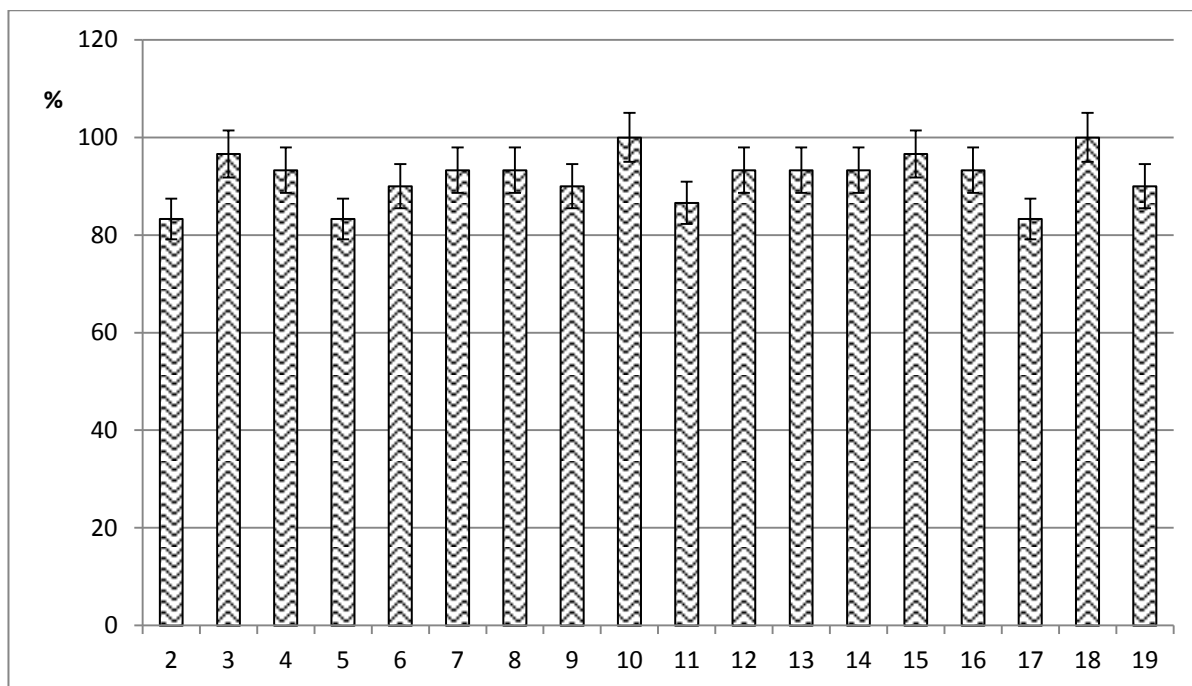
Так, энергия прорастания семян тест-объекта составила 83,3-86,6%, а всхожесть семян – 83,3-90,0% (ул. К. Маркса, ул. Ломоносова, ул. Соловьева, ул. Строителей).

Лишь в одном районе исследования – на ул. Лермонтова обнаружено негативное воздействие почвенных образцов на всхожесть и энергию прорастания семян исследуемого тест-объекта. Снижение почти в 2 раза энергии прорастания семян было статистически значимо и, по-видимому, указывает на наличие в образцах почв данного участка, расположенного в центре промышленной зоны г. Йошкар-Олы, загрязняющих веществ (43,3% - энергия прорастания, 80% - всхожесть семян) (рис. 8). Таким образом, уровень фитотоксичности в данном районе исследования – средний (разница с рекреационной зоной 35-50%).



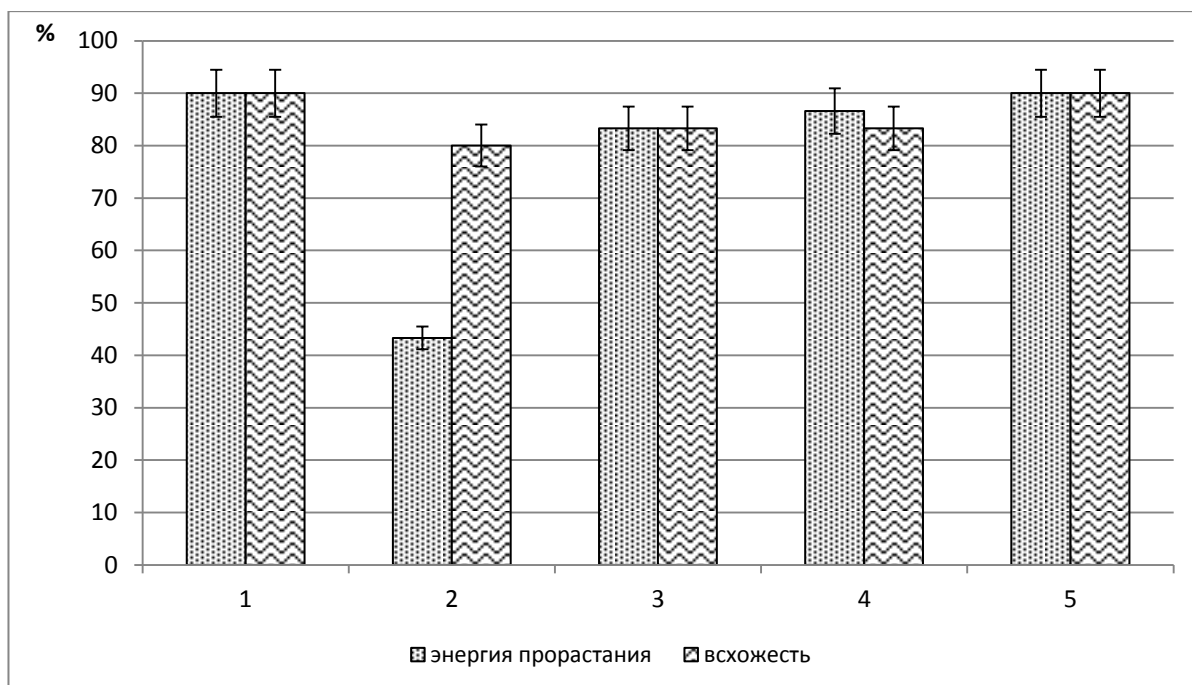
2 – Анциферова, 3 – Баумана, 4 – Волкова, 5 – Зарубина, 6 – Й. Кырли, 7 – Кирова, 8 – Комсомольская, 9 – Медицинская, 10 – Некрасова, 11 – Павленко, 12 – Первомайская, 13 – Петрова, 14 – Подольских Курсантов, 15 – Пролетарская, 16 – Пушкина, 17 – Рябинина, 18 – Эшкинина, 19 – Эшпая

Рисунок 6 – Энергия прорастания семян горчицы белой
на 4 сутки (селитебная зона)



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

Рисунок 7 – Всхожесть семян горчицы белой
на 7 сутки (селитебная зона)



1 – К. Маркса, 2 – Лермонтова, 3 – Ломоносова, 4 – Соловьева, 5 – Строителей

Рисунок 8 – Энергия прорастания и всхожесть семян горчицы белой
(южная промышленная зона)

В результате множественного сравнения выборок по Шеффи-тесту было установлено, что фактор – район исследования оказывал статистически значимое влияние на энергию прорастания и всхожесть семян горчицы белой; была обнаружена статистически значимая разница между рекреационной, селитебной и южной промышленной зонами города (табл. 6, 7).

Таблица 6 – Результаты множественного сравнения выборок по Шеффи-тесту

		Scheffe Test, Variable: горчица ЭП, % (Spreadsheet1)															
		Marked differences are significant at p < .05000															
		(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	
		M=93,000	M=90,000	M=90,000	M=86,000	M=96,000	M=93,000	M=96,000	M=80,000	M=96,000	M=90,000	M=90,000	M=43,100	M=83,100	M=86,200	M=90,000	
Улица																	
ЦПКиО им.XXX-летия ВЛКСМ {1}		0.000000	0.000258	0.000258	0.863551	0.000000	0.000000	0.000000	0.970661	0.000000	0.000258	0.000258	0.00	1.000000	0.782303	0.000258	
Анциферова {2}		0.000000	0.000000	0.000000	0.008771	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00	0.905741	0.005122	0.000000	
Баумана {3}		0.825503	0.003547	0.003547	0.000000	1.000000	0.825503	1.000000	0.000000	1.000000	0.003547	0.003547	0.00	0.000000	0.000000	0.003547	
Волкова {4}		0.000000	0.000519	0.000519	0.930981	0.000000	0.000000	0.000000	0.930981	0.000000	0.000519	0.000519	0.00	1.000000	0.875024	0.000519	
Зарубина {5}		0.000000	0.000000	0.000000	0.008771	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00	0.905741	0.005122	0.000000	
И. Кырпи {6}		0.000000	0.000519	0.000519	0.930981	0.000000	0.000000	0.000000	0.930981	0.000000	0.000519	0.000519	0.00	1.000000	0.875024	0.000519	
Кирова {7}		1.000000	0.930981	0.930981	0.000519	0.930981	1.000000	0.930981	0.000000	0.930981	0.930981	0.930981	0.00	0.000000	0.000936	0.930981	
Комсомольская {8}		0.000000	0.000000	0.000000	0.008771	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00	0.905741	0.005122	0.000000	
Медицинская {9}		1.000000	0.930981	0.930981	0.000519	0.930981	1.000000	0.930981	0.000000	0.930981	0.930981	0.930981	0.00	0.000000	0.000936	0.930981	
Некрасова {10}			0.930981	0.930981	0.000519	0.930981	1.000000	0.930981	0.000000	0.930981	0.930981	0.930981	0.00	0.000000	0.000936	0.930981	
Павленко {11}		0.930981		1.000000	0.480191	0.008771	0.930981	0.008771	0.000000	0.008771	1.000000	1.000000	0.00	0.000698	0.591958	1.000000	
Первомайская {12}		0.930981	1.000000		0.480191	0.008771	0.930981	0.008771	0.000000	0.008771	1.000000	1.000000	0.00	0.000698	0.591958	1.000000	
Петрова {13}		0.000519	0.480191	0.480191		0.000000	0.000519	0.000000	0.008771	0.000000	0.480191	0.480191	0.00	0.951048	1.000000	0.480191	
Подольских Курсантов {14}		0.930981	0.008771	0.008771	0.000000		0.930981	1.000000	0.000000	1.000000	0.008771	0.008771	0.00	0.000000	0.000000	0.008771	
Пролетарская {15}		1.000000	0.930981	0.930981	0.000519	0.930981		0.930981	0.000000	0.930981	0.930981	0.930981	0.00	0.000000	0.000936	0.930981	
Пушкина {16}		0.930981	0.008771	0.008771	0.000000	1.000000	0.930981		0.000000	1.000000	0.008771	0.008771	0.00	0.000000	0.000000	0.008771	
Рябинина {17}		0.000000	0.000000	0.000000	0.008771	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.00	0.905741	0.005122	0.000000	
Эшкинина {18}		0.930981	0.008771	0.008771	0.000000	1.000000	0.930981	1.000000	0.000000		0.008771	0.008771	0.00	0.000000	0.000000	0.008771	
Эшлая {19}		0.930981	1.000000	1.000000	0.480191	0.008771	0.930981	0.008771	0.000000	0.008771		1.000000	0.00	0.000698	0.591958	1.000000	
Карла Маркса {20}		0.930981	1.000000	1.000000	0.480191	0.008771	0.930981	0.008771	0.000000	0.008771	1.000000		0.00	0.000698	0.591958	1.000000	
Лермонтова {21}я		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	
Ломоносова {22}я		0.000000	0.000698	0.000698	0.951048	0.000000	0.000000	0.000000	0.905741	0.000000	0.000698	0.000698	0.00		0.905741	0.000698	
Соловьева {23}		0.000936	0.591958	0.591958	1.000000	0.000000	0.000936	0.000000	0.005122	0.000000	0.591958	0.591958	0.00	0.905741		0.591958	
Строителей {24}		0.930981	1.000000	1.000000	0.480191	0.008771	0.930981	0.008771	0.000000	0.008771	1.000000	1.000000	0.00	0.000698	0.591958		

Изучение фитотоксичности почв этих же районов на другом объекте исследования – овсе посевном – выявил следующую тенденцию: почвы селитебной и рекреационной зон г. Йошкар-Олы повлияли на энергию прорастания и всхожесть семян данного тест-объекта, а вот при проращивании семян на почвенных вытяжках из южной промышленной зоны

города наблюдалась тенденция снижения, как энергии прорастания, так и всхожести семян овса посевного (9, 10, 11 районы исследования).

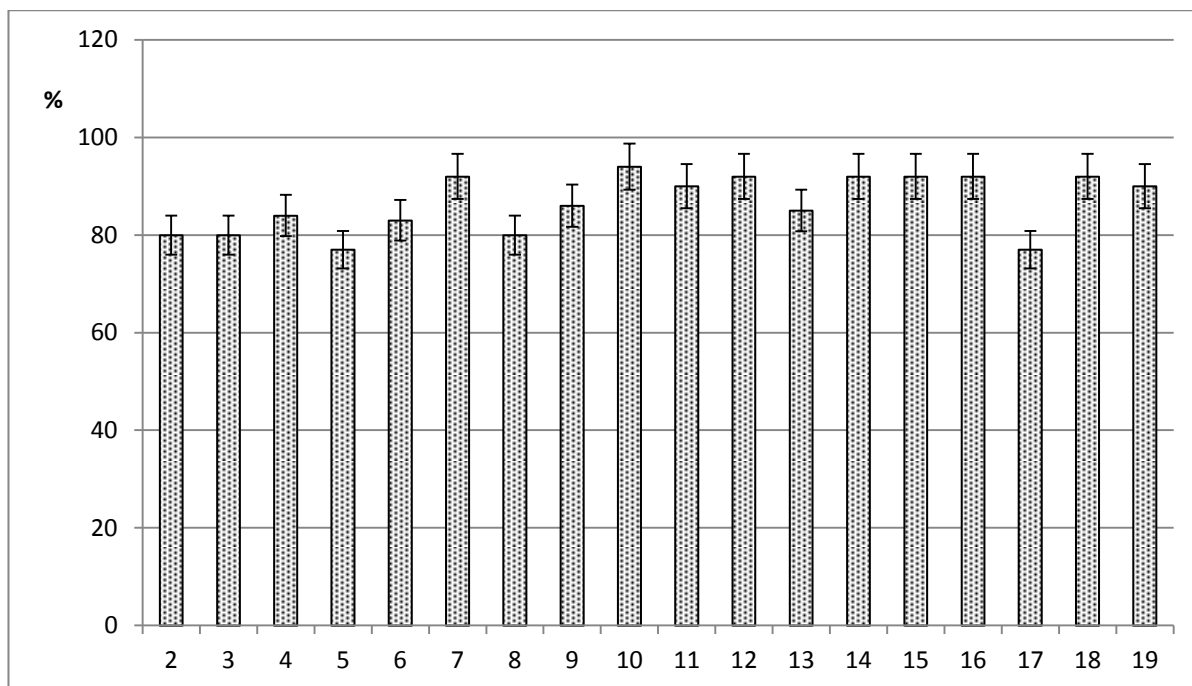
Только в одном образце почвы (ул. Лермонтова) угнетение всхожести и энергии прорастания семян было статистически значимо (однофакторный дисперсионный анализ, $F=1,9356$, $p=0,02462$). Однако снижение исследуемых показателей по сравнению с рекреационной зоной не имело существенного значения и не превышало 25% и соответствовало слабой фитотоксичности почвы (разница с рекреационной зоной 10-30%).

Таблица 7 – Результаты множественного сравнения выборок по Шеффи-тесту

Улица	Scheffe Test; Variable: горчица ВС, % (Spreadsheet1)														
	Marked differences are significant at $p < .05000$														
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	M=82.767	M=83.100	M=96.200	M=93.100	M=83.100	M=90.000	M=93.100	M=93.100	M=90.000	M=99.333	M=86.200	M=93.100	M=93.100	M=96.200	
ЦПКиО им. XXX-летия ВЛКСМ (1)		1,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000244	0,000000	0,000000	0,000244	0,000000	0,778301	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Анциферова (2)	1,000000		0,000000	0,000000	1,000000	0,000663	0,000000	0,000000	0,000663	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Баумана (3)	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,004906	0,903519	0,903519	0,004906	0,893725	0,000000	0,903519	0,903519	0,903519	1,000000
Волкова (4)	0,000000	0,000000	0,903519		0,000000	0,903519	1,000000	1,000000	0,903519	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519
Зарубина (5)	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000		0,000663	0,000000	0,000000	0,000663	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
И. Кырли (6)	0,000244	0,000663	0,004906	0,903519	0,000663		0,903519	0,903519	1,000000	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906
Кирова (7)	0,000000	0,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,903519		1,000000	0,903519	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519
Комсомольская (8)	0,000000	0,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,903519	1,000000		0,903519	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519
Медицинская (9)	0,000244	0,000663	0,004906	0,903519	0,000663	1,000000	0,903519	0,903519		0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906
Некрасова (10)	0,000000	0,000000	0,893725	0,004476	0,000000	0,000000	0,004476	0,004476	0,000000		0,000000	0,004476	0,004476	0,004476	0,893725
Павленко (11)	0,778301	0,903519	0,000000	0,000663	0,903519	0,586550	0,000663	0,000663	0,586550	0,000000		0,000663	0,000663	0,000663	0,000000
Первомайская (12)	0,000000	0,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,903519	1,000000	1,000000	0,903519	0,004476	0,000663		1,000000	1,000000	0,903519
Петрова (13)	0,000000	0,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,903519	1,000000	1,000000	0,903519	0,004476	0,000663	1,000000		1,000000	0,903519
Подольских Курсантов (14)	0,000000	0,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,903519	1,000000	1,000000	0,903519	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000		0,903519
Пролетарская (15)	0,000000	0,000000	1,000000	0,903519	0,000000	0,004906	0,903519	0,903519	0,004906	0,893725	0,000000	0,903519	0,903519	0,903519	
Пушкина (16)	0,000000	0,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,903519	1,000000	1,000000	0,903519	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519
Рябинина (17)	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000663	0,000000	0,000000	0,000663	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Эшкинина (18)	0,000000	0,000000	0,893725	0,004476	0,000000	0,000000	0,004476	0,004476	0,000000	1,000000	0,000000	0,004476	0,004476	0,004476	0,893725
Эшпая (19)	0,000244	0,000663	0,004906	0,903519	0,000663	1,000000	0,903519	0,903519	1,000000	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906
Карла Маркса (20)	0,000244	0,000663	0,004906	0,903519	0,000663	1,000000	0,903519	0,903519	1,000000	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906
Лермонтова (21)	0,969808	0,903519	0,000000	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,004906	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Ломоносова (22)	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000663	0,000000	0,000000	0,000663	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Сопышева (23)	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000663	0,000000	0,000000	0,000663	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Строителей (24)	0,000244	0,000663	0,004906	0,903519	0,000663	1,000000	0,903519	0,903519	1,000000	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906

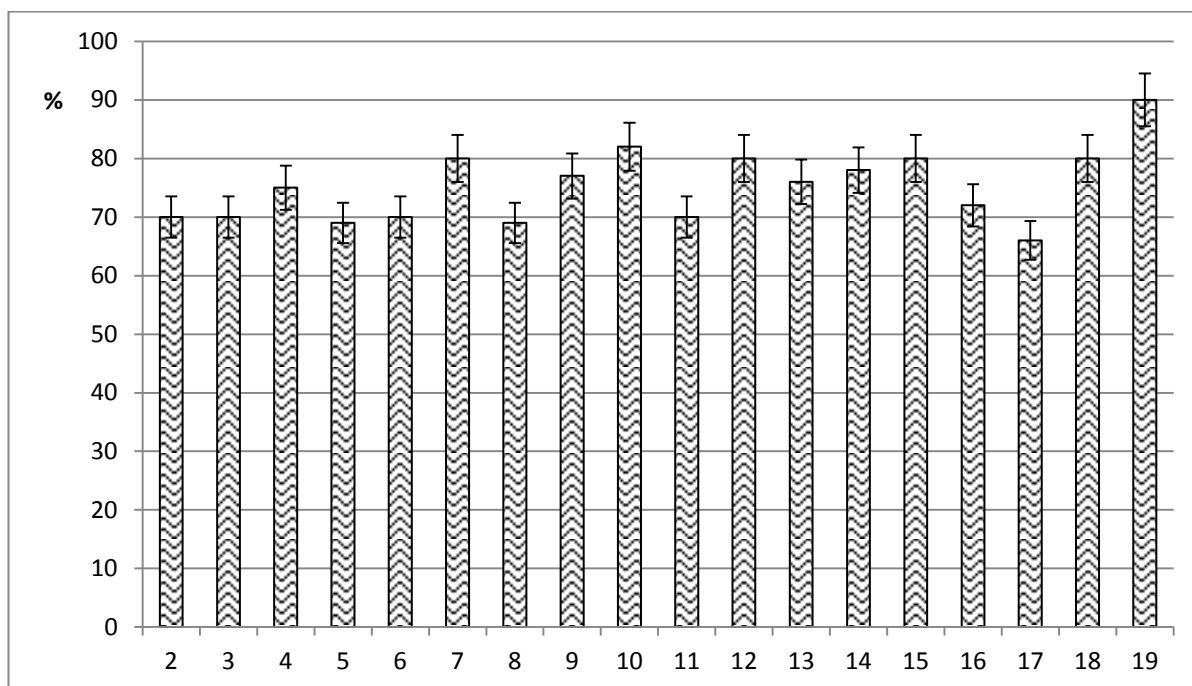
Улица	Scheffe Test; Variable: горчица ВС, % (Spreadsheet1)														
	Marked differences are significant at $p < .05000$														
	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
	M=99.333	M=86.200	M=93.100	M=93.100	M=93.100	M=96.200	M=93.100	M=83.100	M=99.333	M=90.000	M=90.000	M=80.000	M=83.100	M=83.100	M=90.000
ЦПКиО им. XXX-летия ВЛКСМ (1)	0,000000	0,778301	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000244	0,000244	0,969808	1,000000	1,000000	0,000244
Анциферова (2)	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000663	0,000663	0,903519	0,000000	0,000000	0,000663
Баумана (3)	0,893725	0,000000	0,903519	0,903519	0,903519	1,000000	0,903519	0,000000	0,893725	0,004906	0,004906	0,000000	0,000000	0,000000	0,004906
Волкова (4)	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,004476	0,903519	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519
Зарубина (5)	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000663	0,000663	0,903519	1,000000	1,000000	0,000663
И. Кырли (6)	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906	0,903519	0,000663	0,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,000663	0,000663	1,000000
Кирова (7)	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,004476	0,903519	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519
Комсомольская (8)	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,004476	0,903519	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519
Медицинская (9)	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906	0,903519	0,000663	0,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,000663	0,000663	1,000000
Некрасова (10)	0,000000	0,000000	0,004476	0,004476	0,004476	0,893725	0,004476	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Павленко (11)	0,000000		0,000663	0,000663	0,000663	0,000000	0,000663	0,903519	0,000000	0,586550	0,586550	0,004906	0,903519	0,903519	0,586550
Первомайская (12)	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,004476	0,903519	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519
Петрова (13)	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519	1,000000	0,000000	0,004476	0,903519	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519
Подольских Курсантов (14)	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000		0,903519	1,000000	0,000000	0,004476	0,903519	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519
Пролетарская (15)	0,893725	0,000000	0,903519	0,903519	0,903519		0,903519	0,000000	0,893725	0,004906	0,004906	0,000000	0,000000	0,000000	0,004906
Пушкина (16)	0,004476	0,000663	1,000000	1,000000	1,000000	0,903519		0,000000	0,004476	0,903519	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519
Рябинина (17)	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000663	0,000663	0,903519	1,000000	1,000000	0,000663
Эшкинина (18)	1,000000	0,000000	0,004476	0,004476	0,004476	0,893725	0,004476	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Эшпая (19)	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906	0,903519	0,000663	0,000000		1,000000	0,000000	0,000663	0,000663	1,000000
Карла Маркса (20)	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906	0,903519	0,000663	0,000000	1,000000		0,000000	0,000663	0,000663	1,000000
Лермонтова (21)	0,000000	0,004906	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000		0,903519	0,903519	0,000000
Ломоносова (22)	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000663	0,000663	0,903519		1,000000	0,000663
Сопышева (23)	0,000000	0,903519	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000663	0,000663	0,903519	1,000000		0,000663
Строителей (24)	0,000000	0,586550	0,903519	0,903519	0,903519	0,004906	0,903519	0,000663	0,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,000663	0,000663	

По-видимому, разная реакция тест-объектов на содержание в почве загрязняющих веществ обусловлена их видоспецифическими особенностями.



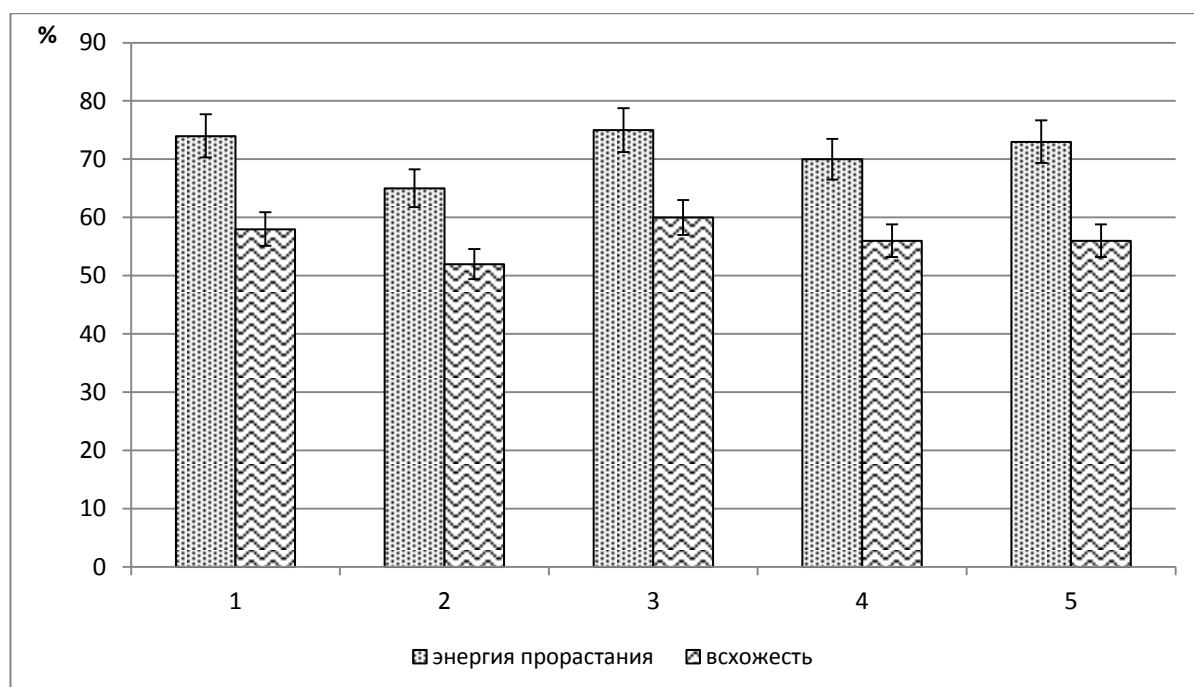
2 – Анциферова, 3 – Баумана, 4 – Волкова, 5 – Зарубина, 6 – Й. Кырли, 7 – Кирова, 8 – Комсомольская, 9 – Медицинская, 10 – Некрасова, 11 – Павленко, 12 – Первомайская, 13 – Петрова, 14 – Подольских Курсантов, 15 – Пролетарская, 16 – Пушкина, 17 – Рябинина, 18 – Эшкинина, 19 – Эшпая

Рисунок 9 – Энергия прорастания семян овса посевного на 4 сутки
(селитебная зона)



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

Рисунок 7 – Всхожесть семян овса посевного на 7 сутки
(селитебная зона)



1 – К. Маркса, 2 – Лермонтова, 3 – Ломоносова, 4 – Соловьева, 5 – Строителей

Рисунок 11 – Энергия прорастания и всхожесть семян овса посевного (южная промышленная зона)

В результате обработки данных с помощью однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что фактор – район исследования оказывал статистически значимое влияние как на скорость прорастания семян в течение 4 суток, так и на общую всхожесть семян овса посевного (табл. 8, 9).

Таблица 8 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Variable	Analysis of Variance (Spreadsheet1)							
	Marked effects are significant at p < ,05000							
	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
овес ЭП, %	4937,500	23	214,6739	48,00000	48	1,000000	214,6739	0,000000

Таблица 9 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Variable	Analysis of Variance (Spreadsheet1)							
	Marked effects are significant at p < ,05000							
	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
овес ВС, %	6439,944	23	279,9976	134,6667	48	2,805556	99,80112	0,000000

В результате множественного сравнения выборок по Шеффи-тесту было установлено, что фактор – район исследования оказывал статистически значимое влияние на энергию прорастания и всхожесть семян овса посевного; была обнаружена статистически значимая разница между рекреационной, селитебной и южной промышленной зонами города (табл. 10, 11).

Таблица 10 – Результаты множественного сравнения выборок по Шеффи-тесту

		Scheffe Test: Variable: овес ЭП, % (Spreadsheet1) Marked differences are significant at p < .05000														
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
		M=92.000	M=80.000	M=80.000	M=84.000	M=77.000	M=83.000	M=92.000	M=80.000	M=86.000	M=94.000	M=90.000	M=92.000	M=85.000	M=92.000	M=92.000
Улица																
ЦПКиО им. 100-летия ВЛКСМ {1}			0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000001	1,000000	0,000000	0,006349	0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000
Анциферова {2}		0,000000		1,000000	0,436301	0,916371	0,916371	0,000000	1,000000	0,006349	0,000000	0,000000	0,000000	0,076565	0,000000	0,000000
Баумана {3}		0,000000	1,000000		0,436301	0,916371	0,916371	0,000000	1,000000	0,006349	0,000000	0,000000	0,000000	0,076565	0,000000	0,000000
Волкова {4}		0,000015	0,436301	0,436301		0,000341	1,000000	0,000015	0,436301	0,999552	0,000000	0,006349	0,000015	1,000000	0,000015	0,000015
Зарубина {5}		0,000000	0,916371	0,916371	0,000341		0,006349	0,000000	0,916371	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000000
И. Кырли {6}		0,000001	0,916371	0,916371	1,000000	0,006349		0,000001	0,916371	0,916371	0,000000	0,000341	0,000001	0,999552	0,000001	0,000001
Кирова {7}		1,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000001		0,000000	0,006349	0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000
Комсомольская {8}		0,000000	1,000000	1,000000	0,436301	0,916371	0,916371	0,000000		0,006349	0,000000	0,000000	0,000000	0,076565	0,000000	0,000000
Медицинская {9}		0,006349	0,006349	0,006349	0,999552	0,000001	0,916371	0,006349	0,006349		0,000015	0,436301	0,006349	1,000000	0,006349	0,006349
Некрасова {10}		0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999552	0,000000	0,000015		0,436301	0,999552	0,000001	0,999552	0,999552
Павленко {11}		0,999552	0,000000	0,000000	0,006349	0,000000	0,000341	0,999552	0,000000	0,436301	0,436301		0,999552	0,076565	0,999552	0,999552
Первомайская {12}		1,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000001	1,000000	0,000000	0,006349	0,999552	0,999552		0,000341	1,000000	1,000000
Петрова {13}		0,000341	0,076565	0,076565	1,000000	0,000015	0,999552	0,000341	0,076565	1,000000	0,000001	0,076565	0,000341		0,000341	1,000000
Подольских Курсантов {14}		1,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000001	1,000000	0,000000	0,006349	0,999552	0,999552	0,000000	0,000341		1,000000
Пролетарская {15}		1,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000001	1,000000	0,000000	0,006349	0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	
Пушкина {16}		1,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000001	1,000000	0,000000	0,006349	0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000
Рябинина {17}		0,000000	0,916371	0,916371	0,000341	1,000000	0,006349	0,000000	0,916371	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000000
Эшкинина {18}		1,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000001	1,000000	0,000000	0,006349	0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000
Эшпая {19}		0,999552	0,000000	0,000000	0,006349	0,000000	0,000341	0,999552	0,000000	0,436301	0,436301	1,000000	0,999552	0,076565	0,999552	0,999552
Карпа Маркса {20}		0,000000	0,006349	0,006349	0,000000	0,916371	0,000001	0,000000	0,006349	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Лермонтова {21}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Ломоносова {22}		0,000000	0,006349	0,006349	0,000000	0,916371	0,000001	0,000000	0,006349	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Соловьева {23}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000341	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Строителей {24}		0,000000	0,000341	0,000341	0,000000	0,436301	0,000000	0,000000	0,000341	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

		Scheffe Test: Variable: овес ЭП, % (Spreadsheet1) Marked differences are significant at p < .05000														
		(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
		M=94.000	M=90.000	M=92.000	M=85.000	M=92.000	M=92.000	M=77.000	M=92.000	M=90.000	M=74.000	M=65.000	M=74.000	M=70.000	M=73.000	
Улица																
ЦПКиО им. 100-летия ВЛКСМ {1}		0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Анциферова {2}		0,000000	0,000000	0,000000	0,076565	0,000000	0,000000	0,000000	0,916371	0,000000	0,000000	0,006349	0,000000	0,006349	0,000000	0,000341
Баумана {3}		0,000000	0,000000	0,000000	0,076565	0,000000	0,000000	0,000000	0,916371	0,000000	0,000000	0,006349	0,000000	0,006349	0,000000	0,000341
Волкова {4}		0,000000	0,006349	0,000015	1,000000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000341	0,000015	0,006349	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Зарубина {5}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,916371	0,000000	0,916371	0,000341	0,436301
И. Кырли {6}		0,000000	0,000341	0,000001	0,999552	0,000001	0,000001	0,000001	0,006349	0,000001	0,000341	0,000001	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000
Кирова {7}		0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Комсомольская {8}		0,000000	0,000000	0,000000	0,076565	0,000000	0,000000	0,000000	0,916371	0,000000	0,000000	0,006349	0,000000	0,006349	0,000000	0,000341
Медицинская {9}		0,000015	0,436301	0,006349	1,000000	0,006349	0,006349	0,006349	0,000001	0,006349	0,436301	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Некрасова {10}		0,436301	0,999552	0,000001	0,999552	0,999552	0,999552	0,999552	0,000000	0,999552	0,436301	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Павленко {11}		0,436301		0,999552	0,076565	0,999552	0,999552	0,999552	0,000000	0,999552	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Первомайская {12}		0,999552	0,999552		0,000341	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Петрова {13}		0,000001	0,076565	0,000341		0,000341	0,000341	0,000341	0,000015	0,000341	0,076565	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Подольских Курсантов {14}		0,999552	0,999552	1,000000	0,000341		1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Пролетарская {15}		0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000		1,000000	0,000000	1,000000	0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Пушкина {16}		0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000		0,000000	1,000000	0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Рябинина {17}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,916371	0,000000	0,916371	0,000341	0,436301
Эшкинина {18}		0,999552	0,999552	1,000000	0,000341	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000		0,999552	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Эшпая {19}		0,436301	1,000000	0,999552	0,076565	0,999552	0,999552	0,999552	0,000000	0,999552		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Карпа Маркса {20}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,916371	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	1,000000	0,436301	1,000000
Лермонтова {21}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001		0,000001	0,076565	0,000015
Ломоносова {22}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,916371	0,000000	0,000000	1,000000	0,000001		0,436301	1,000000
Соловьева {23}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000341	0,000000	0,000000	0,436301	0,076565	0,436301		0,916371
Строителей {24}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,436301	0,000000	0,000000	1,000000	0,000015	1,000000	0,916371	

В дальнейшем мы провели уточнение полученных результатов с помощью такого более чувствительного показателя, как изменение длины главного корня проростков горчицы белой (рис. 12, 13).

Наибольшая длина главного корня проростков горчицы белой была отмечена при проращивании на почвенных вытяжках проб, отобранных на

участках 1, 4, 6, 11, 12, 13, 16, 18 и 19 (рекреационная и селитебная зоны) – 9,5-11,1 мм.

Таблица 11 – Результаты множественного сравнения выборок по Шеффи-тесту

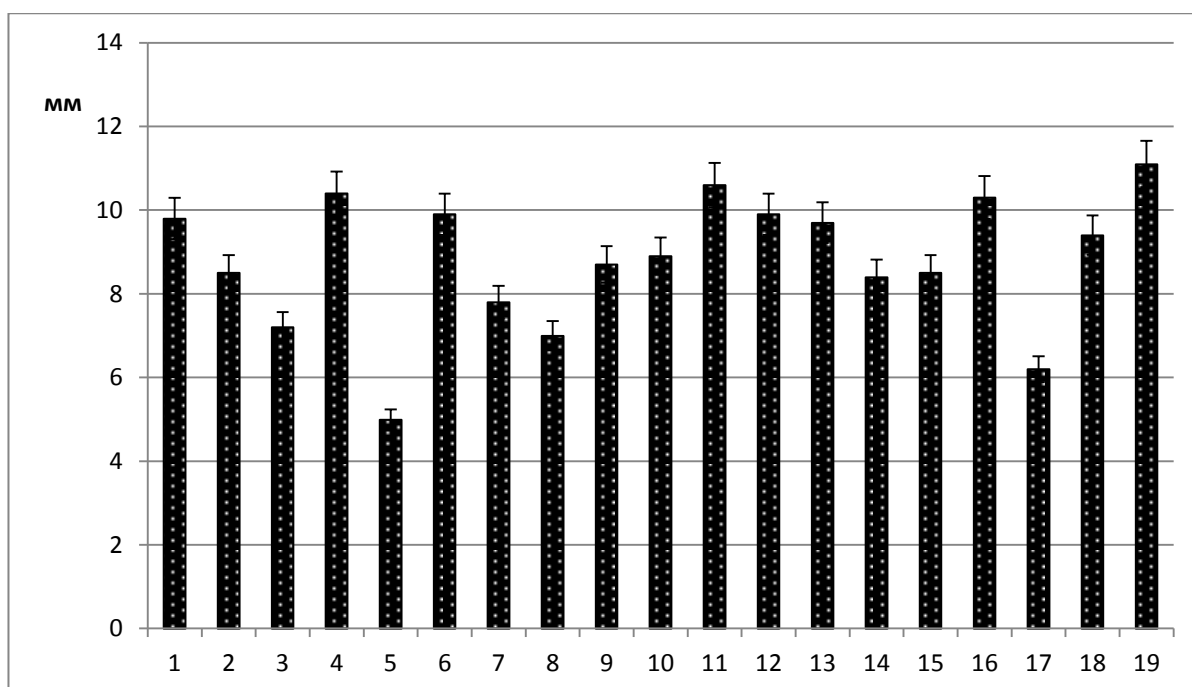
		Scheffe Test: Variable: овес BC,% (Spreadsheet1)														
		Marked differences are significant at p < .05000														
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Улица		M=80.000	M=73.333	M=70.000	M=75.000	M=69.000	M=70.000	M=80.000	M=69.000	M=77.000	M=82.000	M=70.000	M=80.000	M=76.000	M=78.000	M=80.000
ЦПКиО им. XXX-летия ВЛКСМ (1)			0.447216	0.006890	0.920226	0.001254	0.006890	1.000000	0.001254	0.999928	1.000000	0.006890	1.000000	0.993927	1.000000	1.000000
Анциферова (2)				0.999586	1.000000	0.983113	0.999586	0.447216	0.983113	0.998215	0.051864	0.999586	0.447216	0.999991	0.960477	0.447216
Баумана (3)					0.920226	1.000000	0.006890	1.000000	0.342652	0.000206	1.000000	0.006890	0.671947	0.122122	0.006890	
Волкова (4)						0.671947	0.920226	0.671947	1.000000	0.342652	0.920226	0.920226	1.000000	0.999928	0.920226	
Зарубина (5)							1.000000	0.001254	1.000000	0.122122	0.000032	1.000000	0.001254	0.342652	0.032402	0.001254
И. Кырли (6)								0.006890	1.000000	0.342652	0.000206	1.000000	0.006890	0.671947	0.122122	0.006890
Кирова (7)									0.001254	0.999928	1.000000	0.006890	1.000000	0.993927	1.000000	1.000000
Комсомольская (8)										0.122122	0.000032	1.000000	0.001254	0.342652	0.032402	0.001254
Медицинская (9)											0.920226	0.342652	0.999928	1.000000	1.000000	0.999928
Некрасова (10)												0.000206	1.000000	0.671947	0.993927	1.000000
Павленко (11)													0.006890	0.671947	0.122122	0.006890
Первомайская (12)														0.993927	1.000000	1.000000
Петрова (13)															1.000000	0.993927
Подольских Курсантов (14)																1.000000
Пролетарская (15)																
Пушкина (16)																
Рябина (17)																
Эшкинина (18)																
Эшпая (19)																
Карла Маркса (20)																
Лермонтова (21)я																
Ломоносова (22)я																
Соловьева (23)																
Строителей (24)																

		Scheffe Test: Variable: овес BC,% (Spreadsheet1)														
		Marked differences are significant at p < .05000														
		(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Улица		M=82.000	M=70.000	M=80.000	M=76.000	M=78.000	M=80.000	M=72.000	M=66.000	M=80.000	M=90.000	M=58.000	M=52.000	M=60.000	M=56.000	M=56.000
ЦПКиО им. XXX-летия ВЛКСМ (1)			0.006890	1.000000	0.993927	1.000000	1.000000	0.122122	0.000005	1.000000	0.006890	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Анциферова (2)				0.999586	0.447216	0.999991	0.960477	0.447216	1.000000	0.252173	0.447216	0.000000	0.000000	0.000000	0.000017	0.000000
Баумана (3)					0.006890	0.671947	0.122122	0.006890	1.000000	0.993927	0.006890	0.000000	0.000206	0.000000	0.006890	0.000005
Волкова (4)						0.920226	0.920226	0.999928	0.032402	0.920226	0.000001	0.000000	0.000000	0.000001	0.000000	0.000000
Зарубина (5)							0.001254	0.342652	0.032402	0.001254	0.999928	0.001254	0.000000	0.032402	0.000032	0.000032
И. Кырли (6)								0.671947	0.122122	0.006890	1.000000	0.000000	0.000206	0.000000	0.006890	0.000005
Кирова (7)									0.000005	1.000000	0.006890	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Комсомольская (8)										0.001254	0.999928	0.001254	0.000000	0.032402	0.000032	0.000032
Медицинская (9)											0.999928	0.000032	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Некрасова (10)												0.122122	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Павленко (11)													0.000206	0.000000	0.006890	0.000005
Первомайская (12)														0.000000	0.000000	0.000000
Петрова (13)															0.000000	0.000000
Подольских Курсантов (14)																0.000000
Пролетарская (15)																
Пушкина (16)																
Рябина (17)																
Эшкинина (18)																
Эшпая (19)																
Карла Маркса (20)																
Лермонтова (21)я																
Ломоносова (22)я																
Соловьева (23)																
Строителей (24)																

Исследуемый показатель в образцах почв с районов исследования 2, 3, 7, 8 (селитебная зона) был несколько ниже и достигал 7,5-8,5 мм.

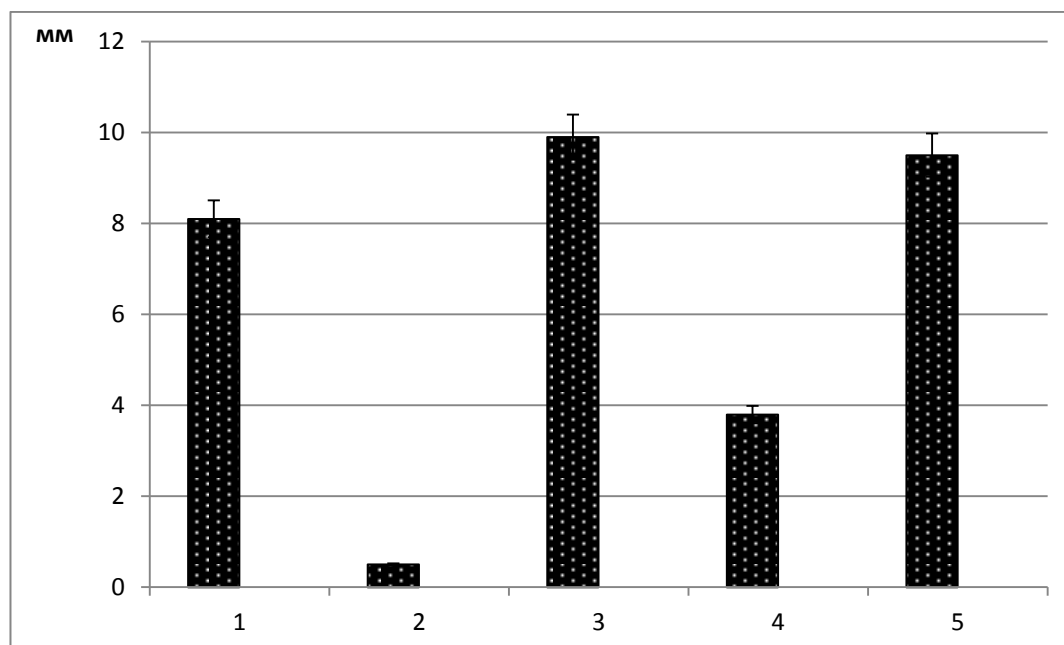
Снижение роста главного корня проростков горчицы белой было отмечено для почв с улиц Рябина и Зарубина – до 4,9-6,2 мм (разница с рекреационной зоной 35-50%).

При оценке фитотоксичности проб почвы, отобранных в южной промышленной зоне г. Йошкар-Олы, было обнаружено, что длина корня у проростков горчицы белой (ул. К. Маркса, Строителей, Ломоносова) составила 8,1-9,5 мм.



1 – Центральный парк культуры и отдыха XXX-летия ВЛКСМ, 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

Рисунок 12 – Длина главного корня проростков горчицы белой (рекреационная и селитебная зоны)



1 – К. Маркса, 2 – Лермонтова, 3 – Ломоносова, 4 – Соловьева, 5 – Строителей

Рисунок 13 – Длина главного корня проростков горчицы белой (южная промышленная зоны)

Минимальные значения данного параметра были отмечены у проростков, которые выращивались на почвенных вытяжках образцов с ул. Соловьева (3,8 мм) и ул. Лермонтова (0,5 мм), следовательно, почвы из данных районов исследования обладали более высокой фитотоксичностью (разница с рекреационной зоной >50%).

В результате обработки данных с помощью однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что фактор – район исследования оказывал статистически значимое влияние на длину главного корня проростков горчицы белой (табл. 12).

Таблица 12 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Variable	Analysis of Variance (Spreadsheet1)							
	Marked effects are significant at p < ,05000							
	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
горчица ДЛК, мм	354,0983	23	15,39558	81,15073	48	1,690640	9,106358	0,000000

В результате множественного сравнения выборов по Шеффи-тесту была обнаружена статистически значимая разница лишь между ул. Лермонтова и другими районами исследования (табл. 13).

Фитотоксичность почв можно рассматривать как почвоутомление, токсикоз почвы. Происходит это вследствие накопления почвой физиологически активных веществ, представленных широким кругом органических соединений, называемых колинами. Состав и количества колинов зависят от множества факторов, как от степени загрязнения почв, так и от влажности и температуры почвы, разнообразия почвенной микрофлоры и растущих растений.

Таким образом, почвы г. Йошкар-Олы обладают низким и слабым фитотоксичным эффектом, исключением стали образцы почв, взятые для анализа на ул. Лермонтова, расположенной в южной промышленной зоне города (высокий фитотоксичный эффект).

Таблица 13 - Результаты множественного сравнения выборок по Шеффи-тесту

Scheffe Test: Variable: горчица ДЛК, мм (Spreadsheet1)															
Marked differences are significant at p < .05000															
Улица	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
	M=9.6667	M=8.0000	M=8.3000	M=9.3333	M=6.1333	M=8.3000	M=9.2000	M=7.2667	M=7.4667	M=8.8333	M=10.033	M=9.6300	M=9.7000	M=8.4000	M=8.5000
ЦПКиО им. ХХХ-летия ВЛКСМ {1}					0.999996	1.000000	1.000000	0.999879	0.999973	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Анциферова {2}	1.000000				0.999999	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999994	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Баумана {3}	1.000000	1.000000			0.999980	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Волкова {4}	1.000000	1.000000	1.000000		0.990969	1.000000	1.000000	0.999991	0.999999	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Зарубина {5}	0.969996	0.999999	0.999980	0.990969		0.999980	0.994868	1.000000	1.000000	0.999194	0.916520	0.973348	0.966674	0.999955	0.999905
И. Кырли {6}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999980		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Кирова {7}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.994868	1.000000		0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Комсомольская {8}	0.999879	1.000000	1.000000	0.999991	1.000000	1.000000	0.999997		1.000000	1.000000	0.998831	0.999907	0.999848	1.000000	1.000000
Медицинская {9}	0.999973	1.000000	1.000000	0.999999	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.999637	0.999980	0.999965	1.000000	1.000000
Некрасова {10}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999194	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Павленко {11}	1.000000	0.999994	1.000000	1.000000	0.916520	1.000000	1.000000	0.998831	0.999637	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Первомайская {12}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.973348	1.000000	1.000000	0.999907	0.999980	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
Петрова {13}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.966674	1.000000	1.000000	0.999848	0.999965	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
Подольских Курсантов {14}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999955	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
Пролетарская {15}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999905	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	
Пушкина {16}	1.000000	0.999942	0.999995	1.000000	0.850571	0.999995	1.000000	0.995581	0.998331	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999998	0.999999
Рябинина {17}	0.975867	0.999999	0.999988	0.993147	1.000000	0.999988	0.996209	1.000000	1.000000	0.999454	0.929261	0.978688	0.973056	0.999973	0.999942
Зишкина {18}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.988248	1.000000	1.000000	0.999985	0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Зишля {19}	1.000000	0.998831	0.999810	1.000000	0.682113	0.999810	1.000000	0.973056	0.986654	0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	0.999905	0.999955
Карла Маркса {20}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Лермонтова {21}	0.000292	0.011877	0.006369	0.000638	0.271484	0.006369	0.000868	0.048400	0.033620	0.001993	0.000122	0.000319	0.000270	0.005148	0.004151
Ломоносова {22}	1.000000	0.999998	1.000000	1.000000	0.940575	1.000000	1.000000	0.999454	0.999848	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Соловьева {23}	0.200814	0.840633	0.735916	0.306003	0.999925	0.735916	0.355659	0.975867	0.955018	0.508460	0.117847	0.210982	0.191873	0.695885	0.654041
Строителей {24}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.982942	1.000000	1.000000	0.999965	0.999994	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

Scheffe Test: Variable: горчица ДЛК, мм (Spreadsheet1)															
Marked differences are significant at p < .05000															
Улица	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}	{21}	{22}	{23}	{24}
	M=8.8333	M=10.033	M=9.6300	M=9.7000	M=8.4000	M=8.5000	M=10.300	M=6.2000	M=9.4000	M=10.767	M=8.1000	M=5.0000	M=9.9000	M=3.8000	M=9.5000
ЦПКиО им. ХХХ-летия ВЛКСМ {1}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.975867	1.000000	1.000000	1.000000	0.000292	1.000000	0.200814	1.000000
Анциферова {2}	1.000000	0.999994	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999942	0.999999	1.000000	0.998831	1.000000	0.011877	0.999998	0.840633	1.000000
Баумана {3}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999995	0.999988	1.000000	0.999810	1.000000	0.006369	1.000000	0.735916	1.000000
Волкова {4}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.993147	1.000000	1.000000	1.000000	0.000638	1.000000	0.306003	1.000000
Зарубина {5}	0.999194	0.916520	0.973348	0.966674	0.999955	0.999905	0.850571	1.000000	0.988248	0.682113	0.999997	0.271484	0.940575	0.999925	0.982942
И. Кырли {6}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999995	0.999988	1.000000	0.999810	1.000000	0.006369	1.000000	0.735916	1.000000
Кирова {7}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.996209	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000868	1.000000	0.355659	1.000000
Комсомольская {8}	1.000000	0.998831	0.999907	0.999848	1.000000	1.000000	0.995581	1.000000	0.999985	0.973056	1.000000	0.048400	0.999454	0.975867	0.999965
Медицинская {9}	1.000000	0.999637	0.999980	0.999965	1.000000	1.000000	0.998331	1.000000	0.999997	0.986654	1.000000	0.033620	0.999848	0.955018	0.999994
Некрасова {10}		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999454	1.000000	0.999997	1.000000	0.001993	1.000000	0.508460	1.000000
Павленко {11}	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.929261	1.000000	1.000000	0.999997	0.000122	1.000000	0.117847	1.000000
Первомайская {12}	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.978688	1.000000	1.000000	1.000000	0.000319	1.000000	0.210982	1.000000
Петрова {13}	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.973056	1.000000	1.000000	1.000000	0.000270	1.000000	0.191873	1.000000
Подольских Курсантов {14}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.999998	0.999973	1.000000	0.999905	1.000000	0.005148	1.000000	0.695885	1.000000
Пролетарская {15}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.999999	0.999942	1.000000	0.999955	1.000000	0.004151	1.000000	0.654041	1.000000
Пушкина {16}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999998	0.999999		0.869329	1.000000	1.000000	0.999973	0.000064	1.000000	0.076723	1.000000
Рябинина {17}	0.999454	0.929261	0.978688	0.973056	0.999973	0.999942	0.869329		0.990969	0.709455	0.999998	0.249857	0.950528	0.999879	0.986654
Зишкина {18}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.990969		1.000000	1.000000	0.000547	1.000000	0.282718	1.000000
Зишля {19}	0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	0.999905	0.999955	1.000000	0.709455	1.000000		0.999335	0.000021	1.000000	0.033620	1.000000
Карла Маркса {20}	1.000000	0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999973	0.999998	1.000000	0.999335		0.009676	0.999999	0.808663	1.000000
Лермонтова {21}	0.001993	0.000122	0.000319	0.000270	0.005148	0.004151	0.000064	0.249857	0.000547	0.000021	0.009676		0.000168	0.986654	0.000433
Ломоносова {22}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.950528	1.000000	1.000000	0.999999	0.000168		0.144199	1.000000
Соловьева {23}	0.508460	0.117847	0.210982	0.191873	0.695885	0.654041	0.076723	0.999879	0.282718	0.033620	0.808663	0.986654	0.144199		0.249857
Строителей {24}	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.986654	1.000000	1.000000	1.000000	0.000433	1.000000	0.249857	

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

Ключевой функцией зеленого растения является фотосинтез, обеспечивающий энергетическое состояние клеток и снабжающий их интермедиатами и пластическими веществами. Жизнеспособность растений, их устойчивость определяются в первую очередь тем, насколько слаженно протекают биохимические и физиологические процессы фотосинтеза, каков запас их прочности, какова лабильность этих процессов и способность исправлять возникающие неполадки. А избыточное засоление – это один из распространенных природных и антропогенных факторов, воздействие которого вынуждены испытывать зеленые растения.

Основными фотосинтетически деятельными компонентами листьев растений являются зеленые пигменты – хлорофиллы *a* и *b*. Оптические свойства и фотохимическая активность хлорофиллов определяются химической структурой их молекул, позволяющей поглощать солнечную энергию и использовать ее для биосинтеза органических веществ.

Условия среды, в первую очередь свет, оказывают сильное влияние на функциональную активность растений, что отражается на их пигментном аппарате. Содержание и соотношение пигментов определяются многими внешними и внутренними факторами, действие которых интегрируется в активности двух процессов – биосинтезе и деградации пигментов (Дымова, Головки, 2007).

Одни авторы (Лапина, Попов, 1970) отмечают снижение содержания хлорофилла в листьях культурных растений под действием хлоридного засоления, другие (Удовенко, 1977) – повышение содержания хлорофилла *a* и некоторую стабильность содержания хлорофилла *b*. Они связывают изменение количества хлорофилла со степенью солеустойчивости растений, а также с качеством и количеством засоления субстрата.

В ходе проведенных нами исследований было установлено (табл. 14), что содержание хлорофиллов *a* и *b*, а также суммы хлорофиллов в проростках горчицы белой зависит от района исследования. Наибольшее значение данных показателей были характерны для проростков, проращиваемых на почвах, отобранных в рекреационной зоне г. Йошкар-Олы. Повышение содержания хлорид ионов в почве привело к снижению значений данных параметров у проростков горчицы белой. Наибольшее снижения содержания хлорофиллов *a* и *b*, а также суммы хлорофиллов было отмечено у растений, выращенных на почвенных вытяжках проб почвы из южного промышленного района.

Аналогическая тенденция была выявлена и для проростков овса посевного. В тоже время абсолютные значения по содержанию зеленых пигментов в листьях проростков овса посевного были несколько выше, чем у горчицы белой.

Таблица 14 – Содержание пигментов в проростках горчицы белой и овса посевного в разных функциональных зонах г. Йошкар-Олы

Вид	Рекреационная зона	Селитебная зона	Южная промышленная зона
<i>хлорофилл a, мг/г сырой массы</i>			
Овес посевной	0,79±0,01	0,57±0,020	0,44±0,020
Горчица белая	0,72±0,009	0,43±0,009	0,33±0,015
<i>хлорофилл b, мг/г сырой массы</i>			
Овес посевной	0,25±0,008	0,22±0,030	0,18±0,010
Горчица белая	0,20±0,012	0,17±0,025	0,14±0,010
<i>сумма хлорофиллов a и b, мг/г сырой массы</i>			
Овес посевной	1,04	0,79	0,62
Горчица белая	0,92	0,60	0,47
<i>a / b, отн. ед.</i>			
Овес посевной	3,16	2,59	2,44
Горчица белая	3,60	3,07	2,36

Результаты опытов показали, что в зависимости от района отбор проб почвы варьировала и величина – отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*.

При увеличении содержания хлорид ионов в почве селитебной и южной промышленной зон г. Йошкар-Олы происходило снижение этого показателя, как в листьях проростков овса посевного, так и горчицы белой.

Снижение отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* происходило за счет снижения содержания в листьях проростков обоих видов хлорофилла *a*.

Таким образом, в условиях почвенного засоления фотосинтез претерпевает существенные изменения в результате токсического и осмотического влияния солей. При этом при прямом воздействии избыточного засоления на фотосинтетические процессы происходят и другие изменения обмена веществ, в частности, водного режима.

Повреждающее действие избытка солей на процесс фотосинтеза обусловлено нарушениями ультраструктуры компонентов хлоропласта, вызывающих глубокие и разносторонние изменения метаболизма.

В условиях увеличения уровня засоления почв происходит снижение содержания хлорофилла, что в первую очередь обусловлено увеличением гидролитической активности хлорофиллазы. С.А. Пономарева и др. (1971) также отмечают, что в условиях хлоридного засоления снижается прочность связи хлорофилла с белково-липидным комплексом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ содержания ионов хлора в урбаноземах придорожной полосы и на газонах территории городского округа «Город Йошкар-Ола» позволил установить, что по степени засоленности разные функциональные зоны города различались: почвы рекреационной зоны были незасолёнными; почвы селитебной зоны – незасолёнными, слабозасолёнными и средnezасолёнными; почвы южной промышленной зоны – незасолёнными и средnezасолёнными.

В течение 2019-2021 гг. наблюдается тенденция к снижению количества хлорид ионов в почвах разных функциональных зонах г. Йошкар-Олы, что может быть обусловлено уменьшением использования антигололедных реагентов в последнее время.

При оценке фитотоксичности урбаноземов г. Йошкар-Олы было обнаружено, что энергия прорастания и всхожесть семян горчицы белой и овса посевного в рекреационной зоне выше, чем в селитебной и южной промышленной зонах города. В тоже время в селитебной и южной промышленной зонах обнаружены локальные участки, характеризующиеся более высоким содержанием хлорид ионов в почве, и как следствие, более высоким фитотоксичным действием (ул. Лермонтова, ул. Зарубина, ул. Рябинина, ул. Комсомольская). Более чувствительным видом к засолению почв является горчица белая, а более чувствительным показателем – длина главного корня проростков.

Повреждающее действие избытка солей на процесс фотосинтеза обусловлено нарушениями ультраструктуры компонентов хлоропласта. При увеличении содержания хлорид ионов в почве селитебной и южной промышленной зон г. Йошкар-Олы происходило снижение этого показателя как в листьях проростков овса посевного, так и горчицы белой. Снижение отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* происходило за счет снижения содержания в листьях проростков обоих видов хлорофилла *a*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азовцева Н.А., Смагин А.В. Динамика физических и физико-химических свойств городских почв при использовании солевых противогололедных средств // Почвоведение, 2018. - № 1. - С. 118-128.
2. 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.
3. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 158 с.
4. Влияние противогололедных реагентов на газонные травы / Е.А. Глаков и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т. 18, № 5, 2016. – С. 157-159.
5. 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.
6. Горышина Т.К. Растение в городской среде. - Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. - 152 с.
7. Девятова Т.А. Биодиагностика техногенного загрязнения почв // ЭКиП: Экология и промышленность России, 2006. – № 1. – С. 36-37.
8. Добровольский Г.В., Шеремет Б.В. Почвы. Энциклопедия природы России. – М.: АВ, 1998. – 368 с.
9. Емельянов А.Г. Основы природопользования. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 304 с.
10. Королев В.А., Горняков А.К. Оценка влияния противогололедных реагентов на городские территории при инженерно-экологических изысканиях // Инженерные изыскания, 2018. - Т. 12. - № 1-2. - С. 66-78.
11. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. – СПб.: - СПб ГТУРП, 2012. – 67 с.

12. 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.
13. Наместникова О.В., Бузаева М.В. Мониторинг засоления почв в системе обеспечения экологической безопасности крупного города // Современные проблемы гражданской защиты (Вестник Воронежского института ГПС МЧС России), 2019. - № 1.(30). - С. 44-52.
14. Никифорова Е.М., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. Многолетняя динамика антропогенной солонцеватости почв ВАО Москвы при использовании противогололедных реагентов // Почвоведение, 2017. - № 1. - С. 93-104.
15. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е., Хайбрахманов Т.С. Экологические последствия применения противогололедных реагентов для почв восточного округа Москвы // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География, 2016. - № 3. – С. 40-49.
16. Попова Л.Ф., Наквасина Е.Н. Нормирование качества городских почв и организация почвенно-химического мониторинга. – Архангельск, 2014. – 108 с.
17. Почвы и техногенные поверхностные образования урбанизированных территорий Пермского Прикамья: монография / О.З. Еремченко, И.Е. Шестаков, Н.В. Москвина; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – 252 с.
18. Романова И.В. Оценка динамики засоления почв придорожных территорий вследствие применения противогололедных реагентов и их влияние на фитоценозы // Успехи современного естествознания, 2021. - № 4. - С. 71-76.

19. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. - 84 с.
20. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие. - М.: ВЛАДОС, 2001. - 288 с.
21. Шунелько Е.В. Многокомпонентная биоиндикация городских транспортно-селитебных ландшафтов: автореф. дис... канд. биол. наук. - Воронеж, 2000. – 245 с.
22. Экология города Йошкар-Олы: научное издание / отв. ред. О.Л. Воскресенская. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2007. – 300 с.
23. Экология урбанизированных территорий / Под ред. В.А. Попова. - Казань: Изд-во Казанского университета, 1987. - 102 с.