

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ХИМИИ
Кафедра органической и экологической химии

Заведующий кафедрой
д.х.н.
Т.А. Кремлева

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистра

**ТРАНСЛОКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРАВЯНИСТЫЕ
РАСТЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
СРЕДЫ**

04.04.01 Химия

Магистерская программа «Химия нефти и экологическая безопасность»

Выполнил работу
Студент 2 курса
очной
формы обучения

Петухов Александр Сергеевич

Научный руководитель
д.х.н., профессор

Кремлева Татьяна Анатольевна



Рецензент
д.б.н., с.н.с.,
замдиректора ИПА СО РАН
по научной работе,
зав. лабораторией биогеохимии почв

Сысо Александр Иванович

Тюмень
2020

Содержание

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	
1.1. Тяжелые металлы в почве.....	
1.2. Накопление тяжелых металлов растениями	
1.3. Процессы биохимического повреждения клеток растений.....	
1.4. Биохимические системы защиты растений ..	
ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Постановка эксперимента.....	
2.2. Элементный анализ проб.....	
2.2.1. Методика определения содержания тяжелых металлов в тканях растений.....	
2.2.2. Методика определения кислоторастворимых форм металлов в почве	
2.2.3. Методика определения содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве	
2.3. Методика расчетов коэффициентов аккумуляции.....	
2.4. Определение биохимических показателей....	
2.4.1. Методика определения содержания пигментов фотосинтеза в листьях	
2.4.2. Методика определения содержания шиффовых оснований и диеновых конъюгатов.....	
2.4.3. Методика определения содержания фенольных соединений в листьях	
2.4.4. Определение суммы флавоноидов, родственных рутину, в растительном сырье	
2.4.5. Методика определения активности каталазы	
ГЛАВА 3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	

3.1. Содержание тяжелых металлов в почвах	
3.2. Содержание тяжелых металлов в пробах растений	
3.3. Содержание пигментов фотосинтеза в растениях	
3.4. Содержание продуктов перекисного окисления липидов в растениях	
3.5. Содержание фенолов и флавоноидов в растениях	
3.6. Активность каталазы в растениях	
3.7. Анализ корреляционных зависимостей	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	

РЕФЕРАТ

Одной из наиболее острых экологических проблем является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ). ТМ обладают острой токсичностью и кумулятивным эффектом. Загрязнение почвы ТМ приводит к накоплению металлов в растениях и передаче их по пищевым цепочкам к человеку. Целью выпускной квалификационной работы стало выявить влияние транслокации тяжелых металлов из почв в травянистые растения г. Тюмени на биохимические показатели. Исследование проводили на пробах почвы и травянистых растений (овес посевной, мать-и-мачеха, клевер красный, ромашка, мятлик луговой и мышиный горошек), отобранных вблизи различных промышленных предприятий г. Тюмени в 2017-2018 годах. Содержание ТМ в почвах и растениях определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с пламенной атомизацией. Изучение биохимических показателей растений (содержание пигментов фотосинтеза, продуктов перекисного окисления липидов, флавоноидов, активности каталазы) проводили фотометрически. Содержание фенольных антиоксидантов определяли титриметрически. Было обнаружено, что содержанием ТМ в почвах городской среды превышало фоновые значения в несколько раз, в некоторых случаях было обнаружено превышение ПДК. Аккумуляция изученных тяжелых металлов растениями убывала в ряду $Fe > Zn > Cu > Mn > Pb > Cd$, при этом наблюдалась видоспецифическое накопление. Наблюдалась тенденция к снижению содержания пигментов фотосинтеза во всех изученных видах травянистых растений. Содержание продуктов перекисного окисления липидов было увеличено в клетках ромашки, мышиного горошка и мятлика лугового, однако оказалось сниженным по сравнению с контролем в мать-и-мачехе и клевере красном. Ответная реакция антиоксидантных систем оказалась неоднозначной и зависела от вида растений, района и года исследования.

Рис. 51, табл. 5, библиограф. 126

Ключевые слова: тяжелые металлы, почвы, растения, пигменты фотосинтеза, перекисное окисление липидов, антиоксиданты

ВВЕДЕНИЕ

Стремительная глобализация и индустриализация мировой экономики привела к экспоненциальному росту числа загрязнителей окружающей среды. Тяжелые металлы (ТМ) считаются одними из наиболее распространенных поллютантов, а также наиболее токсичных для человека, животных и растений [1,2].

На сегодняшний день отсутствует общепринятое определение понятия «тяжелые металлы», существуют десятки различных принципов классификации. Однако наиболее распространенными является классификация по атомному весу (свыше 50 единиц) и плотности металла (более 8 г/см^3). Так или иначе, большинство исследователей включает в список ТМ такие элементы как Pb, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni, Co, Cr, Fe, Mn, Ag [2]. Некоторые ТМ, такие как Cu, Zn, Fe, Mn являются жизненно важными микроэлементами и регулируют различные аспекты метаболизма [3]. Другие ТМ (Pb, Cd, Hg) не обладают установленными биохимическими функциями и обладают высокой токсичностью [4]. В силу своей способности связываться с различными биомолекулами, замещать жизненно важные ионы и вызывать окислительные процессы, все ТМ способны оказывать токсическое действие в определенной дозе [5]. Действие ТМ усугубляется длительным периодом полураспада и кумулятивным эффектом в живых организмах [6].

Основными источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами являются выбросы предприятий черной и цветной металлургии, сбросы промышленных сточных вод, не подвергшихся эффективной очистке, использование металлов в составе пестицидов или удобрений [7]. Общие антропогенные выбросы в атмосферу ТМ превышает природные на несколько порядков [8]. Попадающие в окружающую среду ТМ загрязняют атмосферный воздух, воды и почвы. Почвы являются наиболее емкими аккумуляторами ТМ. В то же время накопление ТМ в почве отрицательно влияет на ее плодородие, урожайность, микробиологическую деятельность, рост и развитие растений. В

среднем около 11% почв территории России имеет высокий уровень загрязнения тяжелыми металлами [9].

Загрязнение почв ТМ приводит к поглощению и аккумуляции металлов растениями [10]. Токсическое влияние тяжелых металлов на растения приводит к деградации растительных сообществ на загрязненных почвах, а наличие кумулятивного эффекта в тканях растений ограничит использование территорий для выращивания сельскохозяйственных культур. ТМ из растений способны мигрировать по пищевым цепочкам к животным и человеку и оказывать таким образом дополнительное токсическое действие.

Отдельный интерес представляет изучение биохимических процессов в клетках растений, подверженных аккумуляции ТМ. Известно, что ТМ способны оказывать различное влияние на процессы фотосинтеза, дыхания, водного обмена, минерального питания [11]. ТМ могут выступать в качестве инициаторов процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), тем самым повреждая клеточные мембраны и вызывая энергетический голод клеток [12]. В свою очередь, это, безусловно, вызывает различные ответные реакции защитных систем клеток, в том числе антиоксидантов, к которым относятся как низкомолекулярные соединения (каротиноиды, фенолы, флавоноиды, глутатион, аскорбиновая кислота и др.), так и ферменты (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза) [13]. Изучение биохимических показателей растений в условиях аккумуляции ТМ важно как для установления механизмов действия ТМ, так и для возможной биоиндикации экологической обстановки района исследования.

Цель выпускной квалификационной работы – выявить влияние транслокации тяжелых металлов из почв в травянистые растения на биохимические показатели.

Для практической реализации цели были поставлены **задачи**:

1. Определить содержание тяжелых металлов в почвах г. Тюмени вблизи различных промышленных предприятий;

2. Оценить содержание металлов в травянистых растениях различных видов в г. Тюмени;
3. Проанализировать содержание пигментов фотосинтеза в растениях;
4. Определить содержание продуктов перекисного окисления липидов в клетках и активность некоторых антиоксидантов растений;
5. Выявить корреляционные зависимости между изученными показателями.