

Министерство образования науки Российской Федерации  
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего  
образования  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ  
КАФЕДРА БИОЭКОЛОГИИ, ГИГИЕНЫ И ОБЩЕСТВЕННОГО  
ЗДОРОВЬЯ


Направление: 06.03.01- биология

Профиль - биоэкология

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ИЗУЧЕНИЕ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
ДИКОРАСТУЩИМИ РАСТЕНИЯМИ (МАРЬ БЕЛАЯ –  
*CHENOPodium ALBUM L.* И ЩИРИЦА ЗАПРОКИНУТАЯ –  
*AMARANTHUS RETROFLEXUS L.*), ИМЕЮЩИМИ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ  
СВОЙСТВА

Работа завершена:

«15» 06 2017 г.  (Г. И. Билалова)

Работа допущена к защите:

Научный руководитель  
кандидат биологических наук, доцент

«16» 06 2017 г.  (Н.С. Архипова)

Заведующий кафедрой  
доктор биологических наук, профессор

«16» 06 2017 г.  (И.И. Рахимов)

Казань – 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	4
<b>ГЛАВА 1. СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)</b>	6
1.1 Общая характеристика тяжелых металлов и источники их поступления	6
1.2 Биологическая роль и токсикологическое влияние ТМ	10
1.3 Пути поступления тяжелых металлов в растения	15
1.4 Накопление и распределение тяжелых металлов в органах	18
<b>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	20
2.1 Характеристика участков исследования	20
2.2 Объекты исследования	22
2.3 Методика отбора растительных и почвенных образцов и их первичная пробоподготовка	24
2.4 Методика определения тяжелых металлов в растительных и почвенных образцах	25
2.4.1 Озоление растительных проб и растворение золы	25
2.4.2 Обработка и оформление результатов	26
2.4.3 Определение тяжелых металлов в почве	27
2.5 Определение актуальной кислотности почвы	30
2.6 Статистическая обработка результатов	31
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ</b>	32
3.1 Содержание валовых и подвижных форм ТМ в почве	32

исследованных участках	
3.2 Содержание тяжелых металлов в фитомассе растений на исследуемых участках	39
3.3 Индивидуальные биологические особенности накопления тяжелых металлов растениями мари белой и амаранта запрокинутого	42
<b>ВЫВОДЫ</b>	50
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	52
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	62

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** В связи с быстрым развитием автотранспортной сети и промышленности природные экосистемы г. Казани испытывают большую антропогенную нагрузку. Среди загрязняющих веществ, поступающие в значительных количествах в окружающую среду и которые могут накапливаться растениями, выделяется группа тяжелых металлов. Они занимают особое положение среди других техногенных загрязняющих веществ, поскольку, не подвергаясь физико-химической или биологической деградации, накапливаются в поверхностном слое почв и изменяют их свойства, в течение длительного времени остаются доступными для корневого поглощения растениями и активно включаются в процессы миграции по трофическим цепям. В их числе находятся как элементы с хорошо известными биологическими функциями и жизненно необходимые для живых систем, но переходящие в разряд токсичных при повышении некоторых пределов их содержания в биологических объектах, так и элементы, физиологическая роль которых выяснена недостаточно или неизвестна и проявляющие токсический эффект уже при относительно низких концентрациях (Лескова, 2013).

В последнее время все больше стала возникать необходимость в получении и оценки информации о степени загрязнения, и установлении связей между накоплением тяжелых металлов в почве и произрастающих на них растениях.

Известно, что растительные организмы чувствительны к составу окружающей среды, активно реагируют на изменение ее состояния и выступают как активное начало биогенной миграции химических элементов в природе (Виноградов, 1952). Причем влияние техногенных факторов в одинаковой степени испытывают как культурные растения, так и сорняки. Но

последние, в силу большей устойчивости, часто оказываются лучше приспособленными к условиям техногенного загрязнения. Многие дикорастущие растения нормально переносят высокие концентрации токсических веществ в почве, атмосфере и активно накапливают их в своих тканях. Некоторые полезные и лекарственные растения, в том числе марь белая и амарант запрокинутый, приспособлены к произрастанию, как в естественных ландшафтах, так и в урбанизированной среде. Эти растения являются источником разнообразных биологически активных веществ и используются в народной медицине (интернет ресурс: <http://sunmuseum.ru> <http://lektrava.ru/encyclopedia/amarant/>).

Формирование химического состава растений в естественных условиях происходит при одновременном воздействии большого количества факторов внешней среды (Ноздрюхина с соавт., 1980; Черненкова с соавт., 1995). Очевидно, что на урбанизированных территориях решающим фактором, определяющим элементный состав растений, может быть техногенный. Вместе с тем транслокация ТМ почвы в растения зависит не только от эдафических факторов, но еще большую роль играют физиолого-биохимические особенности растений.

**Цель работы** - изучить биологические особенности растений амаранта запрокинутого и мари белой, и интенсивность накопления ими тяжелых металлов в антропогенно-нарушенных условиях. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Определить содержание валовых и подвижных форм ТМ в почве, и ранжировать участки исследования по суммарному показателю загрязнения.
2. Определить содержание ТМ (Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn, Fe, Pb) в фитомассе растений и выявить зависимость их накопления от содержания металлов в почве.

3. Выявить индивидуальные биологические особенности накопления металлов растениями мари и амаранта с помощью коэффициента биологического поглощения и индекса аккумуляции ТМ.

## ВЫВОДЫ

1. На всех площадках было зафиксировано превышение фоновых значений по отдельным элементам. Суммарный показатель загрязнения (Zc) на исследованных участках изменялся в пределах от 7,3-10,6 (допустимый уровень антропогенной нагрузки). По величине Zc участки расположились следующим образом: «ул. Татарстан» > «ул. Кремлевская» > «ул. Мавлютова» > «ул. Горьковское шоссе».

2. Анализ данных показал, что содержание ТМ в надземной массе исследованных растений зависит от содержания подвижных форм металлов в почве. Наибольшее накопление ТМ растениями мари наблюдается на участке по ул. Мавлютова, где зафиксировано наибольшее количество превышений ПДК подвижных форм металлов (Cu, Mn, Zn, Pb, Ni) в почве. Для растений амаранта запрокинутого однозначной зависимости по участкам не выявлено. Сравнение с региональным фоном (в качестве которого была выбрана растительность ВКГПБЗ) показало превышение значений у мари для Cr, Ni, Pb, Cu, Fe, Co, и тех же элементов у амаранта, включая Cd.

3. Из рассматриваемых металлов по степени их поглощения дикорастущими растениями построен следующий убывающий ряд:

Марь белая:

«ул. Татарстан»: Cr>Ni>Pb>Cu>Cd>Zn>Mn>Fe>Co

«ул.Кремлевская»: Cr>Cu>Ni>Zn>Pb>Cd=Mn>Fe>Co

«ул. Горьковское шоссе»: Cr>Ni>Mn>Cd=Cu>Zn>Pb>Fe>Co

«ул. Мавлютова»: Cr>Cd>Pb>Ni>Zn>Mn>Cu>Fe>Co

Амарант запрокинутый:

«ул. Татарстан»: Cr>Cd>Cu>Zn>Ni>Fe>Mn=Pb>Co

«ул. Кремлевская»: Cr>Zn>Ni>Cu>Cd>Mn>Fe=Pb>Co

«ул. Горьковское шоссе»: Cr>Cd>Ni>Zn>Fe>Mn>Co>Cu>Pb

По индексу аккумуляции:

В различных исследованных участках города Казань один и тот же вид растения обладает неодинаковой металлоаккумуляционной способностью. Исследованные в одинаковых условиях виды растений накапливают в своей фитомассе тяжелые металлы в неодинаковых количествах. Co, Mn, Zn и Pb на всех участках накапливались только из почвы ( $< 1$ ) для амаранта, для мари Co, Mn, Zn  $< 1$ . Для всех остальных элементов отмечено техногенное поступление и накопление этих элементов. По аккумуляционной способности:

Марь белая: Ni (42,8) > Cr (20,3) > Cu (7,5) > Fe (6,6) > Pb (1,8) > Cd (1,8)

Амарант запрокинутый: Ni (21) > Cr (9,39) > Fe (9,1) > Cu (4,6) > Cd (1,8).