

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Балашовский институт (филиал)

Кафедра биологии и экологии

Ремедиация почв

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 5 курса 55 группы

направления подготовки 05.03.06 « Экология и природопользование»

факультета естественно-научного и педагогического образования

Григорьевой Виктории Павловны

Научный руководитель
профессор кафедры БиЭ,
канд. с.-х. наук, доцент

Е.Б. Смирнова

Зав. кафедрой БиЭ,
канд. биол. наук

А. Н. Володченко

Балашов 2016

ВВЕДЕНИЕ. Актуальность темы. В городах физико-химический состав почв продолжает оставаться предметом совокупного воздействия различных факторов, основным из которых является антропогенный. Загрязнения почв является главной экологической проблемой урбанизации, которая активизировала развитие ремедиационных технологий.

Фиторемедиационные технологии основаны на применении растений - накопителей и специальных агротехнических приемов. Одной из задач при разработке таких технологий является поиск местных видов флоры, способных вегетировать на загрязненных почвах и накапливать значительные количества поллютантов. В этой связи актуально изучение представителей травянистой растительности с точки зрения накопления тяжелых металлов с загрязнением урбанизированных почвогрунтов, на которых она произрастают.

Целью работы является разработка рекомендаций по выбору растений-ремедиаторов из числа типичных представителей местной флоры на основе анализа взаимосвязей уровней загрязнений урбанизированных почв и произрастающих на них травянистых растений.

Задачи исследования:

1. Установить уровень содержания тяжелых металлов (ТМ) по литературным данным и в эксперименте в надземных частях травянистых растений – представителей типичной региональной флоры, произрастающих на территории г. Балашов.

2. Анализ уровней загрязнения урбанизированных почв г. Балашов тяжелыми металлами и изучение динамики их накопления в почвах.

3. Рассчитать уровни поглощения сельскохозяйственными культурами радиоцезия.

Материалы исследования. Работа основывается на материалах полевых исследований почв и растений, проводимых в 2013-2015 гг. на территории города Балашова. Теоретические материалы были получены при изучении научной литературы по проблеме исследования.

Научная новизна. Впервые проведено сопоставление концентраций поллютантов в почвах с уровнями накопления их у 10 видов травянистых растений. Показано, что независимо от видовой принадлежности, наблюдается положительная корреляционная связь между концентрациями тяжелых металлов (поллютантов) в почве и их концентрациями в надземных частях представителей местной флоры. При этом наибольшая эффективность в отношении накопления наиболее опасных тяжелых металлов – свинца и кадмия установлена для таких растений как Лопух паутинистый, Одуванчик лекарственный, Полынь горькая, Тысячелистник обыкновенный, Кохия веничная, Марь белая.

Практическая значимость. Полученные сведения явились основанием для разработки практических рекомендаций по выбору растений-ремедиаторов из числа типичных представителей флоры для последующей разработки фиторемедиационных технологий, основанных на применении специальных агротехнических приемов с целью повышения эффективности фиторемедиации.

Структура и объем работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 3 глав: 1 – «Литературный обзор»; 2 – «Условия и методика проведения исследований»; 3 – «Экспериментальная часть работы», выводов к главам, заключения, списка цитируемой литературы, насчитывающей 69 наименований, в том числе 8 на иностранных языках. Общий объем работы - 63 страницы компьютерного текста.

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. Полевые исследования проводили в 2013-2015 гг., которые включали маршрутное обследование почв на участках с отбором образцов на анализ в соответствии с ГОСТ 17.4.3.04-85. С каждого контрольного участка отбирали по 5 почвенных проб с глубины 0-10 см и 30-40 см. В них атомно-абсорбционным методом определяли содержание подвижных форм ТМ на станции агрохимической службы «Балашовская».

Реперные участки для исследования были заложены на территориях санитарно-защитных зон предприятий г. Балашов.

Параллельно с полевым обследованием почв в местах закладки почвенных разрезов собирались надземные части растений. По частоте встречаемости были выбраны виды, распространенные повсеместно, относящиеся к типичным представителям сорной растительности местной флоры.

Список, отобранных для изучения видов:

1. Пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski)
2. Лопух паутинистый (*Arctium tomentosum* Mill.).
3. Овсяница валийская (*Festuca valesiaca* Gaud.)
4. Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.).
5. Подорожник большой (*Plantago major* L.).
6. Кохия веничная *Kochia scoparia* (L.) Schrad.
7. Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.).
8. Полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.).
9. Марь белая (*Chenopodium album* L.).
10. Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.).

Определение концентраций металлов в листьях растений проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Спектр» СП-115. Интерпретация результатов проводилась по «Перечню ПДК и ОДК химических веществ в почве» (№6229-91, 1991). Полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики.

Коренной ландшафт города, который представлен закономерным сочетанием почв, характерных для степной зоны Прихоперья (с господством черноземов обыкновенных). По результатам изучения загрязнения почв ТМ на территории санитарно-защитных зон было выявлено, что аномальных загрязнений нет. Для всех учетных площадок, расположенных на территориях санитарно-защитных зон промышленных предприятий, общей закономерностью явилось загрязнение свинцом, кобальтом и цинком.

Наиболее существенные превышения тяжелых металлов отмечены на участках, прилегающих к ЗАО «Балтекс», Рембаза, Хлебзавод, Нефтебаза, Вагонное депо, а также на территории, прилегающей к СПАТП. По частоте превышений ПДК эти металлы располагались в ряду $Zn > Pb > Cu$ (по убыванию).

По кадмию было зарегистрировано превышение ПДК на участках Нефтебазы и Вагонного депо. Содержание в почвах данного элемента связано с близко расположенной трассой всероссийского значения, гаражами и стоянками автомобилей. Общая динамика концентрации кобальта была отрицательная, но на одном участке отмечено его накопление. В целом по заложенным площадям зарегистрирована положительная динамика концентрации меди в горизонте A_d и A_1 чернозема обыкновенного. Для свинца была характерна положительная динамика на всех участках (от $K_c=5,79$ до 11,62). Для исследуемых участков Рембазы и Балтекс характерна положительная динамика усредненных концентраций цинка ($K_c=10,56$).

Таким образом, в динамике содержания тяжелых металлов наблюдаются загрязнения мозаичного характера. Мозаичность загрязнения почв ТМ связана близостью исследуемых участков к источникам загрязнения, а также с мозаичностью генетических свойств городских почв. На доступность поллютантов влияет гранулометрический состав почвы и содержание в ней гумуса, а также его фракционный состав, т.е. соотношение фульво- и гуминовых кислот. Преобладание в почвенной массе фракции физической глины обуславливает поглощение ТМ глинистыми минералами и переход их в хелаты. Почвы песчаного и супесчаного гранулометрического состава обладая высокой водопроницаемостью способны к миграции металлов-загрязнителей в нижележащие горизонты. Гумусовые кислоты способны связывать соли металлов в химические комплексы, переводя их в недоступную для растений форму. Почвы урбанозёмов имеют короткий

гумусовый профиль и по его содержанию характеризуются как мало- (до 4%) и слабогумусные (до 2%).

Растительность выбранных для исследования участков соответствовала остепненным фитоценозам, включая искусственные древесные насаждения. Для исследования были выбраны 5 учетных площадок расположенных в различных микрорайонах города. Это территории санитарно-защитных зон вышеперечисленных предприятий. Образцы растений собирались в период массового цветения. Сравнение фитоценозов проводили методом эталонных участков.

Было исследовано 10 видов растений, относящихся к семействам Asteraceae, Plantaginaceae, Chenopodiaceae, Gramineae. Химический анализ растений показал, что у поллютантов была отрицательная динамика накопления в растениях. Среди элементов, доминирующих в составе растений, отмечен цинк, уровень которого в большинстве случаев превышали ПДК. Положительная динамика концентрации вышеперечисленных металлов на всех участках наблюдалась в течение 3 лет у цикория обыкновенного (*Cichorium intybus*), подорожника большого (*Plantago major*), тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), кохии веничной (*Kochia scoparia*). В зависимости от степени накопления металлов в тканях растений, все изученные виды растений классифицированы следующим образом:

1. Виды с постоянным превышением предельно-допустимой концентрации (ПДК) цинка и кадмия: кохия веничная (*K. scoparia*).

2. Виды с частыми превышениями ПДК свинца, цинка, кадмия: цикорий обыкновенный (*C. intybus*), подорожник большой (*P. major*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*).

3. Виды с менее значимыми концентрациями тяжелых металлов: овсяница валлийская (*Festuca valesiaca*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*) - превышения ПДК для Zn, Pb; лопух паутинистый (*Arctium tomentosum*) – для Cu, Pb и Cd выявлены высокие значения ПДК; полынь горькая (*Artemisia*

absinthium) – для Cr, Zn, Pb, Cd выявлено превышение значений предельно допустимых концентраций; тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*) – по Cr, Zn, Pb. Ряд металлов-поллютантов убывающих по величине превышений ПДК: в почве - Zn>Cu>Pb>Mn>Co; в растениях Cu>Zn>Pb.

Положительную динамику накопления кадмия отмечали у 4 видов растений. Кадмий являлся поллютантом-доминантом лишь на одном участке (Вагонное депо). Максимальные значения отмечены здесь у цикория обыкновенного - Кс=3,21 и у кохии веничной - Кс=2,12.

Почти у всех исследуемых видов растений по годам наблюдения была отмечена отрицательная динамика накопления кобальта. Высокие значения металла наблюдались у цикория обыкновенного (*C. intybus*) Кс=3,6 в 2013 г. и у овсяницы валлийской (*F. valesiaca*) Кс=7,13.

У всех видов растений было отмечено превышение концентрации хрома, а также накопление его растениями. Высокие концентрации хрома обнаружены у подорожника (*P. major*) Кс=5,9 и лопуха (*A. tomentosum*) Кс=6,1. Накопление кобальта растениями превышений допустимых концентраций не показало. Была отмечена разная по годам динамика накопления никеля, а у 3 из 8 видов растений выявлена положительная динамика его накопления. *Max* значения концентрации этого поллютанта были отмечены у лопуха паутинистого (*A. tomentosum*) Кс=1,44, овсяницы валлийской (*F. valesiaca*) Кс=1,41 и пырея ползучего (*E. repens*) Кс=1,37.

Для свинца показана в целом отрицательная динамика накопления в растениях; положительная динамика отмечена лишь у цикория обыкновенного (*C. intybus*) и подорожника (*P. major*). Превышения содержания свинца были отмечены в почвах и растениях в пределах санитарно-защитной зон Рембазы, Балтекса и Вагонного депо. Максимальные значения выявлены у лопуха паутинистого (*A. tomentosum*) Кс=2,34.

Для цинка отмечена устойчивая положительная динамика накопления растениями. У 6 видов из 10 отмечен рост концентрации. Накопление его отмечено на всех обследованных участках. *Max* значения выявлены у одуванчика лекарственного (*T. officinale*) (рисунок 6) $K_c=1,62$; подорожника большого (*P. major*) $K_c=1,44$; мари белой (*Chenopodium album*) $K_c=1,35$; кохии веничной (*K. scoparia*) $K_c=1,24$, что мы склонны объяснить большой вегетативной биомассой.

Анализ частоты и величины превышений ПДК поллютантов в почве и растениях указывает на наличие совпадений концентраций, причем как для почв обследованных участков, так и для растений. Данный факт является доказательством, хотя и косвенным, взаимосвязи накопления тяжелых металлов в почве и растениях.

Среди элементов, доминирующих в полисадной ткани листьев растений, отмечены хром и цинк, которые превышали ПДК во все годы исследований. Доминирующим тяжелым металлом в почве и растениях является цинк. Динамика накопления кадмия в почвах совпадала с динамикой накопления его в растениях. Положительная динамика концентрации поллютантов по всем участкам выявлена у многолетних трав семейства Сложноцветные: тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), цикория обыкновенного (*Cichorium intybus*), а также у подорожника большого (*Plantago major*) семейства Подорожниковые, кохии веничной (*Kochia scoparia*), мари белой (*Chenopodium album*) семейства Маревые.

Нами выявлены виды высших растений, имеющие наибольшее значение к фиторемедиации: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), лопух паутинистый (*Arctium tomentosum*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*) семейства Сложноцветные, пырей ползучий (*Elytrigia repens*), овсяница валийская (*Festuca valesiaca*) семейства Злаки, кохия веничная (*Kochia scoparia*) семейства Маревые, а

также приведена разница между самими поллютантами в их способности к накоплению в растениях (в порядке убывания для верхних горизонтов почвы – Cd<Co<Pb<Cr<Zn<Ni<Cu).

При сопоставлении связи параметров в почвенных горизонтах корреляционная связь имела положительный характер (таблица 5-6). Наиболее токсичными среди тяжелых металлов являются свинец и кадмий. Фиторемедиаторами по этим химическим элементам по нашим данным являются одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), лопух паутинистый (*Arctium tomentosum*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*), кохия веничная (*Kochia scoparia*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*). В качестве растений-ремедиаторов мы рекомендуем использовать сорные виды местной флоры: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*) и лопух паутинистый (*Arctium tomentosum*), такие же фиторемедиаторы необходимо выбирать для выноса из почвы свинца и кадмия. По полученным моделям взаимосвязи содержания ТМ в почве и растениях можно спрогнозировать наиболее эффективные фитонакопители.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Установлена мозаичность загрязнения почв тяжелыми металлами, на фоне которой наиболее частые превышения допустимых концентраций в почвах отмечены для свинца, меди и цинка. Среди элементов, доминирующих в надземных частях растений, наиболее значимые по величине и частоте встречаемости установлены для хрома и цинка, уровни которых либо постоянно, либо часто превышали ПДК на протяжении всего периода наблюдения. Доминирующим поллютантом в почвах и растениях является цинк. Максимальные значения коэффициента аккумуляции (Кс) в надземных частях растений показаны для цикория обыкновенного (*Cichorium intybus*) по кадмию, кобальту, хрому, свинцу; у лопуха паутинистого (*Arctium lappa*) по кобальту, хрому, никелю. Растения, имеющие наибольший из изученных видов потенциал к фиторемедиации: Одуванчик лекарственный, Лопух паутинистый, Пырей ползучий, Тысячелистник обыкновенный, Полынь горькая, Цикорий обыкновенный.

Выявлены поллютанты, которые более всего подвержены аккумуляции. Фитоаккумуляция микроэлементов лучше всего происходит из верхних горизонтов по следующим параметрам: Cd, Co, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu. Для наиболее опасных металлов-поллютантов Pb и Cd наилучшими ремедиаторами из изученных травянистых растений явились (в порядке убывания) Лопух паутинистый (*Arctium lappa*), Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), Полынь горькая (*Artemisia absinthium*), Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*).