

УДК 581:502

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ Г. ТОБОЛЬСКА

Попова Е.И.

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск, Россия (626152, ул. Академика Ю. С. Осипова д.15), e-mail: popova-3456@mail.ru

В статье рассматривается воздействие тяжелых металлов на растительные сообщества некоторых районов г. Тобольска. Среди выявленных поллютантов, накапливаемых растениями, выделили группу тяжелых металлов (Zn, Fe, Co, Pb, Cu, Cd, Hg, Cr, Ni). Загрязнение тяжёлыми металлами нарушает естественно сложившиеся фитоценозы, накапливаясь в органах и тканях растений, тяжелые металлы оказывают негативное воздействие на физиологические процессы растений. Состояние растительных сообществ является одним из основных индикаторов экологической ситуации. В результате выполненной работы проведен: а) подбор площадок с разным антропогенным воздействием; б) описание состава травостоя; в) подсчет числа особей всех растений, на специально выделенных площадках; г) установлены основные поллютанты и их накопление в общей фитомассе наблюдательных площадок. Выявлено воздействие токсикантов на видовое разнообразие, плотность фитоценоза, биологическую продуктивность. Экспериментальные данные представляют интерес в плане оценки влияния на растительность.

Ключевые слова: тяжелые металлы, плотность фитоценоза, видовое разнообразие, общая фитомасса.

EFFECTS OF HEAVY METALS ON PLANT COMMUNITIES SOME AREAS OF TOBOLSK

Popova E.I.

Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, Tobolsk, Russia (626152, imeni Akademika Yuriya Osipova street, 15), e-mail: popova-3456@mail.ru

The article considers the effects of heavy metals on plant communities in some areas of Tobolsk. Among the identified pollutants that accumulate plants allocated a group of heavy metals (Zn, Fe, Co, Pb, Cu, Cd, Hg, Cr, Ni). Contamination with heavy metals destruction of naturally formed plant communities accumulating in the tissues and organs of plants, heavy metals have a negative impact on the physiological processes of plants. Status of plant communities is one of the main indicators of the environmental situation. As a result of work done carried out: a) the selection of sites with different anthropogenic influence; b) a description of the composition of the grass; c) counting the number of species of plants on the designated sites; d) identified the main pollutants and their accumulation in the total biomass of the observation platforms. Revealed the impact of toxicants on species diversity, density of biocenosis, biological productivity. The experimental data are of interest in assessing the impact on the vegetation.

Keywords: heavy metals, the density of the ecological community, species diversity, total phytomass.

Одним из существенных последствий антропогенного воздействия на растительный покров является снижение флористического разнообразия в целом и видовой насыщенности отдельных сообществ [2].

Практически во всех случаях антропогенная трансформация сообществ связана с перестройкой их структуры, видового состава и снижением биологической продуктивности. Относительно устойчивые сообщества замещаются менее устойчивыми, находящимися на тех или иных стадиях деградации.

Наибольшие антропогенные изменения наблюдаются вблизи промышленных объектов и вдоль существующих трубопроводов и автодорог.

Цель исследования: изучение влияния тяжелых металлов на растительные сообщества.

Материал и методы исследования

Для определения биологической продуктивности в пределах контура наблюдательных площадок случайным образом закладывались три (минимальная повторность) квадрата стороной 1 м (площадью 1 м²), с которых срезался до уровня почвы весь травостой. Квадраты закладывались случайным образом, подземные части растений не изымались, так как в мониторинговых исследованиях изъятие подземных частей растений с 3 м² в сезон нанесёт существенный урон экосистеме [1,3].

Срезанный травостой складывался в отдельные пакеты с этикетками. Пакеты герметично закрывались, чтобы исключить испарение воды. В камеральных условиях фитомасса взвешивалась, затем проводилась быстрая сортировка по видам растений, и каждая фракция фитомассы взвешивалась повторно. После сушки на открытом воздухе и приобретения фитомассой воздушно-сухого состояния процедура взвешивания повторялась [1,6].

Оценка валового содержания металлов (Cd, Hg, Co, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Fe) проводилась на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Optima 7000DV. Пробоподготовка осуществлялась с использованием системы микроволнового разложения speedwave MWS-2.

Математическую обработку данных осуществляли с помощью общепринятых методов с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Результаты

Площадка № 1. Растительная ассоциация: Вейниково-разнотравное остепненное сообщество *Steppevarieherbetum calamagrostidosum*. Географические координаты: N58°15,630', E068°28,878'. Рельеф: ровный и плоский. Антропогенное воздействие: не выражено. Размеры и конфигурация пробной площади: 4 м × 4 м = 16 кв.м. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 100%. Средняя высота травостоя: 90 см.

Площадка № 2. Название растительной ассоциации: Придорожное рудеральное сообщество *Ruderoherbosa*. Географические координаты: N 58°15'36,9" E 068°25',52,8". Рельеф: ровный и плоский. Антропогенное воздействие: выраженный, около автодороги. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова: 70%. Другие особенности: прилегающая к асфальту часть полотна дороги имеет общее проективное покрытие < 5 %. Средняя высота травостоя: 60 см.

Несмотря на то, что при подборе площадок доминировало стремление максимально достичь их сходства, тем не менее комплексные наблюдательные площадки №1 и №2 не оказались идентичными по видовому составу растений (табл.1,2).

Таблица 1

Плотность фитоценоза и биологическая продуктивность
пробной площадки №1 (среднее по пробам)

№ п/п	Название растений	Плотность фитоценоза, экз. побегов	Биологическая продуктивность, г
1	<i>Plantago major</i> L. (Подорожник большой)	4	<u>4,95</u> 1,59
2	<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> (Haller fil.) (Вейник ложнотростниковый)	25	<u>109,91</u> 7,69
3	<i>Naumburgia thyrsoflora</i> (L.)Reichenb. (Наумбургия кистецветная)	3	<u>6,54</u> 2,62
4	<i>Polygonum aviculare</i> agg. (Горец птичий)	6	<u>5,17</u> 2,28
5	<i>Tussilago farfara</i> L. (Мать-и-мачеха обыкновенная)	9	<u>22,44</u> 1,33
6	<i>Calamagrostis purpurea</i> (Trin.) Trin. (Вейник пурпуровый)	16	<u>47,49</u> 15,10
7	<i>Melilotus albus</i> Medik. (Донник белый)	13	<u>7,40</u> 3,50
8	<i>Elytrigia repens</i> (L.)Nevski (Пырей ползучий)	8	<u>40,03</u> 11,33
9	<i>Carex diandra</i> Schrank (Осока двутычинковая)	6	<u>9,20</u> 3,85
10	<i>Phragmites australis</i> (Cav.)Trin.ex Steud. (Тростник обыкновенный)	6	<u>5,24</u> 3,52
11	<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Merat)L.Lainz (Трехреберник продырявленный)	8	<u>9,03</u> 3,03
12	<i>Achillea millefolium</i> L. (Тысячелистник обыкновенный)	6	<u>6,09</u> 1,98
13	<i>Aegopodium podagraria</i> L. (Сныть обыкновенная)	8	<u>25,26</u> 1,95
14	<i>Agrostis gigantea</i> Roth (Полевица гигантская)	12	<u>8,52</u> 0,95
15	<i>Taraxacum</i> agg. <i>officinale</i> L. (Одуванчик лекарственный)	4	<u>6,12</u> 2,03
16	<i>Filipendula denudata</i> (J. et C. Presl) Fritsch (Лабазник обнажённый)	2	<u>5,23</u> 1,02
Сумма		136	<u>318,65</u> 63,77

Примечание: значение сырой фитомассы - в числителе, сухой - в знаменателе.

На наблюдательной площадке №1 из слагающих её растительность выявлено 16 видов сосудистых растений. На наблюдательной площадке №2 представлено 13 видов (табл. 2). Общих видов на двух площадках 9: *Plantago major* L. (Подорожник большой), *Polygonum aviculare* agg. (Горец птичий), *Tussilago farfara* L. (Мать-и-мачеха обыкновенная), *Melilotus albus* Medik. (Донник белый), *Elytrigia repens* (L.)Nevski (Пырей ползучий), *Phragmites australis* (Cav.)Trin.ex Steud. (Тростник обыкновенный), *Tripleurospermum perforatum* (Merat)L.Lainz (Трехреберник продырявленный), *Achillea millefolium* L. (Тысячелистник обыкновенный), *Taraxacum agg. officinale* L. (Одуванчик лекарственный).

Таблица 2

Плотность фитоценоза и биологическая продуктивность
пробной площадки №2 (среднее по пробам)

№ п/п	Название растений	Плотность фитоценоза, экз. побегов	Биологическая продуктивность, г
1	<i>Plantago major</i> L. (Подорожник большой)	2	<u>2,99</u> 0,44
2	<i>Medicago lupulina</i> L. (Люцерна хмелевая)	1	<u>3,69</u> 2,02
3	<i>Polygonum aviculare</i> agg. (Горец птичий)	3	<u>3,99</u> 1,85
4	<i>Tussilago farfara</i> L. (Мать-и-мачеха обыкновенная)	3	<u>8,20</u> 0,79
5	<i>Chenopodium album</i> L. (Марь белая)	2	<u>3,99</u> 1,85
6	<i>Melilotus albus</i> Medik. (Донник белый)	9	<u>5,22</u> 0,68
7	<i>Elytrigia repens</i> (L.)Nevski (Пырей ползучий)	4	<u>22,44</u> 1,33
8	<i>Trifolium medium</i> L. (Клевер средний)	1	<u>4,95</u> 1,59
9	<i>Phragmites australis</i> (Cav.)Trin.ex Steud. (Тростник обыкновенный)	3	<u>2,90</u> 0,51
10	<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Merat)L.Lainz (Трехреберник продырявленный)	5	<u>5,45</u> 1,29
11	<i>Achillea millefolium</i> L. (Тысячелистник обыкновенный)	3	<u>4,20</u> 1,02
12	<i>Aegopodium podagraria</i> L. (Сныть обыкновенная)	3	<u>9,03</u> 3,03
13	<i>Taraxacum agg. officinale</i> L. (Одуванчик	2	<u>3,87</u>

	лекарственный)		1,77
Сумма		41	$\frac{80,92}{18,17}$

Примечание: значение сырой фитомассы - в числителе, сухой - в знаменателе.

Из различных коэффициентов сходства используем здесь коэффициент Жаккара (P. Jaccard), как самый биологически оправданный (Шмидт, 1980): $K_j = c : (a+b-c)$,

где a – число видов на одной площадке; b – число видов на второй площадке; c – число общих видов [1].

В результате расчёта в нашем случае K_j составил 0,93. Это сравнительно высокое значение, свидетельствующее о значительном сходстве видового состава растений обеих площадок.

Насыщенность или плотность фитоценоза определяется путем прямого подсчета всех экземпляров сосудистых растений на учетных площадках. Плотность фитоценозов на исследуемых участках включает в себя: общее среднее число особей на трех метровых пробных квадратах 136 (участок №1), 84(участок №2).

Биологическая продуктивность – это способность живых организмов создавать, консервировать и трансформировать органическое вещество. Таким образом, биологическая продуктивность отдельных видов растений, слагающих данный фитоценоз – это интенсивность накопления фитомассы за некоторый интервал времени [4,5].

Значение биологической продуктивности участка №1 (сырая фитомасса -318,65 г/м², сухая – 63,77 г/м²) в несколько раз превышает показатели фитомассы участка №2 (сырая фитомасса -80,92 г/м², сухая – 18,17 г/м²).

Общую фитомассу растений с наблюдательных площадок исследовали на наличие тяжелых металлов. Анализ проб показал, что подвижной состав оказывает влияние на содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе растений. На рисунке 1 приведено содержание Cd и Hg в исследуемых пробах.

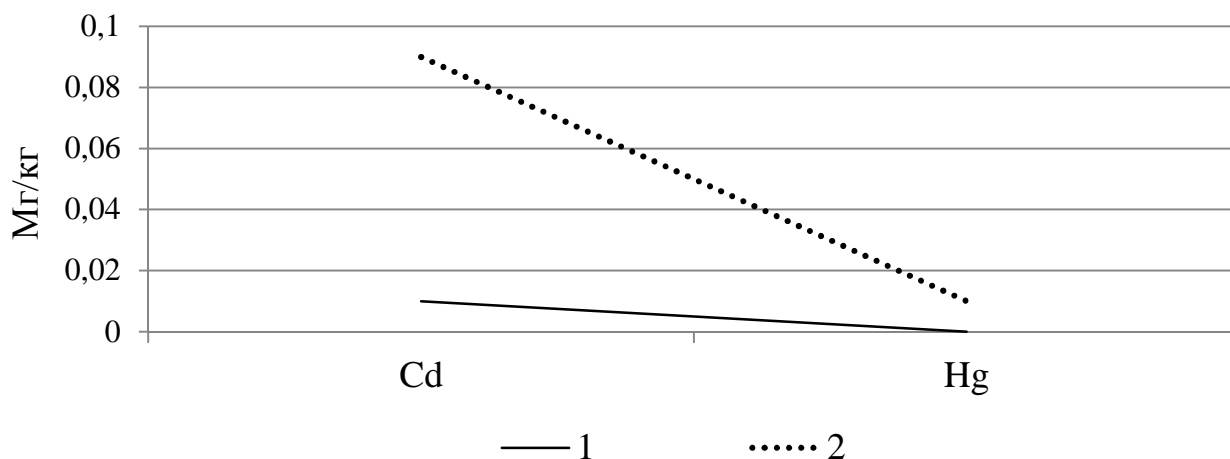


Рис. 1. Содержание Cd и Hg в общей фитомассе наблюдательных площадок №1,2

Концентрация Co (от 0,1 до 0,2 мг/кг), Pb (от 0 до 0,3 мг/кг), Cu (от 1,3 до 2,0 мг/кг), Cr (от 0 до 1,3 мг/кг), Ni (от 0 до 1,4 мг/кг) (рис. 2).

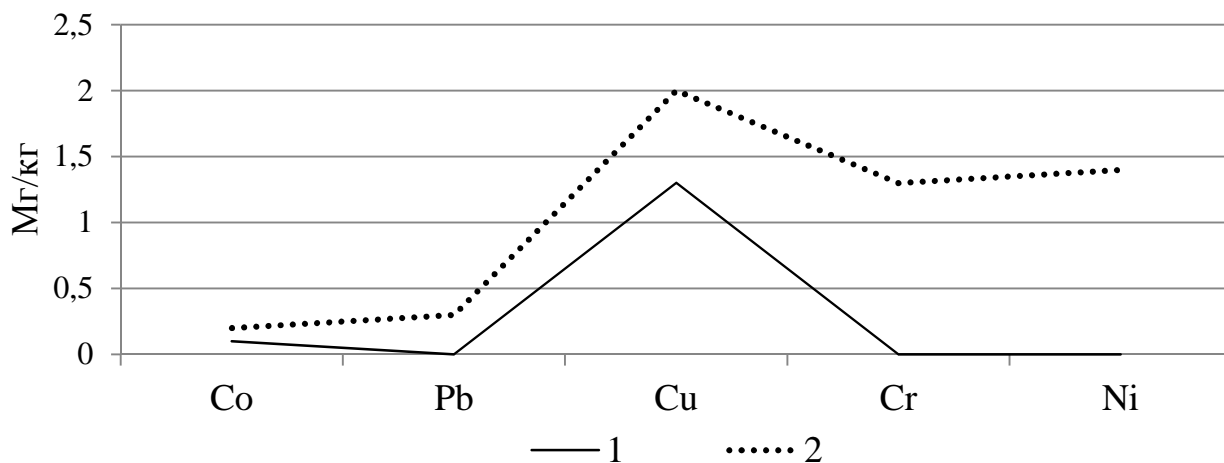


Рис. 2. Содержание Co, Pb, Cu, Cr, Ni в общей фитомассе наблюдательных площадок №1,2

Следует отметить, что в условиях повышенной нагрузки наблюдалось увеличение концентрации Zn и Fe (рис. 3).

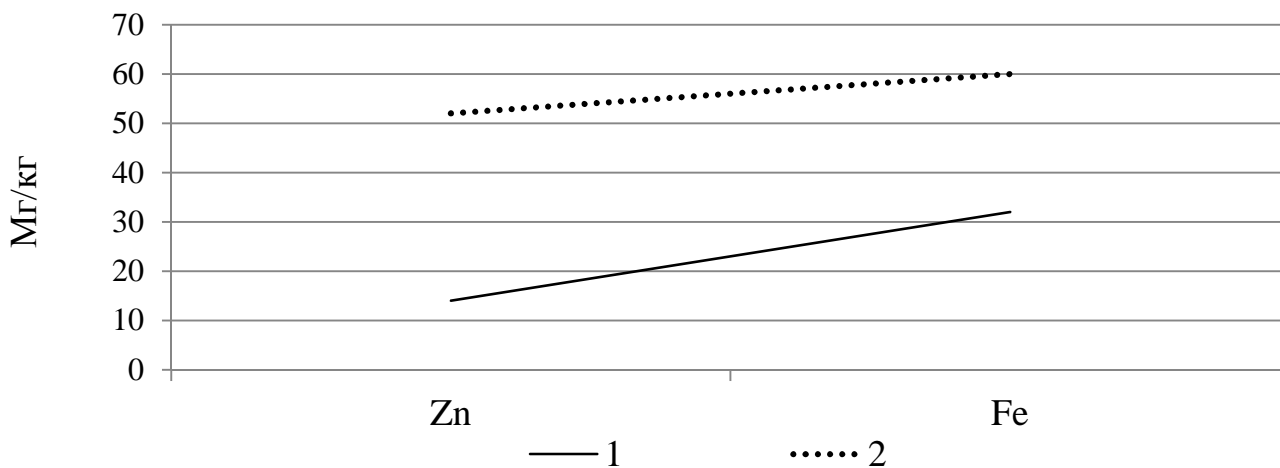


Рис. 3. Содержание Zn, Fe в общей фитомассе наблюдательных площадок №1,2

Проведенные исследования дают картину загрязнения растений тяжелыми металлами. Экспериментальные данные представляют интерес в плане оценки влияния на растительность. Приведенные в работе экспериментальные и расчетные данные могут быть использованы для разработки и теоретических исследований математической модели накопления тяжелых металлов растениями.

Выводы:

1. Элементный ряд тяжелых металлов по убыванию их концентраций в общей фитомассе растений исследуемых участков представлен: Hg >Cd>Co>Pb>Cr >Ni >Cu>Zn>Fe.
2. Влияние токсикантов однозначно влияет как на видовое разнообразие, плотность фитоценоза, так и на биологическую продуктивность. Происходит снижение сырой и сухой биомассы растений на участке с наибольшей антропогенной нагрузкой.
3. Изучение реакции растений на загрязнение среды тяжёлыми металлами может использоваться для проведения комплексного биологического мониторинга окружающей среды.
4. Будущие исследования, проведенные по этим же методикам, позволят адекватно отслеживать возможную техногенную динамику рассмотренных здесь растительных сообществ.

Список литературы

1. Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – 2-е изд. – М.: Наркомпроса, 1938. – 208 с.
2. Горчаковский П.Л., Шурова Е.А. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья. М.:Наука, 1982. 208с.
3. Ильминских Н. Г. Артефакты при исследовании флорогенеза // VII Зырянские чтения: Материалы Всеросс. научно-практич. конф. Курган, 2009. С. 212.
4. Попова Е.И. Влияние антропогенных факторов на состояние фитоценозов ТНХК /Экология XXI века: актуальные вопросы образования, науки и производства: материалы VI Межрегиональной научно-практической конференции (Кемерово, 19 ноября 2014 г.) – Кемерово, 2014. – С. 150-154.
5. Попова Е.И. Влияние антропогенных факторов на морфо-биологическую изменчивость некоторых видов растений // Сборник научных трудов SWorld. 2014. Т. 29. Выпуск 3 (36). С. 38-43
6. Шмидт В. М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 176 с.

Рецензенты:

Харитонцев Б.С., д.б.н., профессор кафедры биологии и МПБ филиала ФГБОУ ВПО ТюмГУ в г. Тобольске, г. Тобольск;

Ильминских Н.Г., д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории растений и животных в зоне рискованного земледелия ТКНС УрО РАН, г. Тобольск.