

УДК 581 52:582.998.4+504.73.05

Тяжелые металлы как фактор загрязнения травостоя пойменного луга

О.М.ХРАМЧЕНКОВА, В.В.БЫКОВСКИЙ

Познание механизма загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) луговых растений является ключевым звеном для разработки научно-обоснованных мероприятий, направленных на снижение миграционной активности техногенных поллютантов в пищевых цепях высших позвоночных животных. Феноменологическое определение валового содержания ТМ в растительном материале не позволяет описать механизм поступления поллютантов в растения. В связи с вышеизложенным в рамках межвузовской программы НИР “Воздействие” было выполнено исследование особенностей содержания цинка, меди, свинца и железа на поверхности и в надземной части луговых растений, произрастающих на пойменных лугах ближайшего пригорода г. Гомеля.

Натурные и лабораторные исследования проводились в 1999 – 2000гг. Объектом исследования являлись пробы массой 1 кг 27 видов луговых растений, относящихся к 9 семействам, отобранные на польдере д. Поколюбичи Гомельского района в период цветения 1999г. Для анализа были отобраны пробы следующих видов: *Alopecurus pratensis* L., *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Carex vulpina* L., *C. leporina* L., *C. vesicaria* L., *Trifolium hybridum* L., *Vicia cracca* L., *Lotus corniculatus* L., *Potentilla erecta* (L.) Rausch., *P. argentea* L., *Filipendula ulmaria* (L.), *Stellaria graminea* L., *Coronaria flos-cuculi* (L.) A. Br., *Saponaria officinalis* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Gratiola officinalis* L., *Melampyrum arvense* L., *Glechoma hederacea* L., *Prunella vulgaris* L., *Mentha arvensis* L., *Inula britannica* L., *Achillea millefolium* L., *Centaurea jacea* L., *Ranunculus acer* L., *R. flammula* L., *Thalictrum flavum* L. Выбор видов растений и закладка реперных площадок производились согласно [1].

Отобранные пробы растительного материала последовательно подвергались поверхностной обработке дистиллированной водой и 1М раствором ацетата аммония [2]. После обработки пробы растений были высушены до воздушно-сухого состояния и озолены в муфельной печи при $t = 400^{\circ} \text{C}$. В полученных водном и ацетатном смывах с поверхности растений и в золе растений методом атомно-абсорбционной спектроскопии было определено содержание Cu, Zn, Fe и Pb [3–6]. Для удобства изложения результатов всем изучаемым семействам были присвоены следующие номера: 1 – мятликовые (Poaceae), 2 – осоковые (Cyperaceae), 3 – бобовые (Fabaceae), 4 – розоцветные (Rosaceae), 5 – гвоздичные (Caryophyllaceae), 6 – норичниковые (Scrophulariaceae), 7 – яснотковые (Lamiaceae), 8 – астровые (Asteraceae), 9 – лютиковые (Ranunculaceae).

На рис. 1. приведены результаты определения содержания ТМ в пробах растений после их обработки водой и 1М раствором ацетата аммония.

По содержанию в тканях надземной части высших растений тяжелые металлы можно расположить в ряд: $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Fe}$. Лидирующее положение по содержанию цинка занимают гвоздичные и норичниковые, к ним примыкают с разницей в 1.3 раза розоцветные, губоцветные и астровые. Массив данных по содержанию меди более однороден во всех семействах, за исключением осоковых и мятликовых, отличающихся от среднего содержания в 1.9 раза. Вариабельность содержания свинца в растениях находится в пределах статистической ошибки. По содержанию железа проанализированные семейства можно расположить в ряд: астровые < бобовые < осоковые < норичниковые < губоцветные < гвоздичные < лютиковые < розоцветные < мятликовые.

На рис.2 и 3 приведены результаты определения тяжелых металлов в водных и ацетатных смывах с поверхности растений.

Рис.1. Содержание тяжелых металлов в тканях надземной части луговых растений

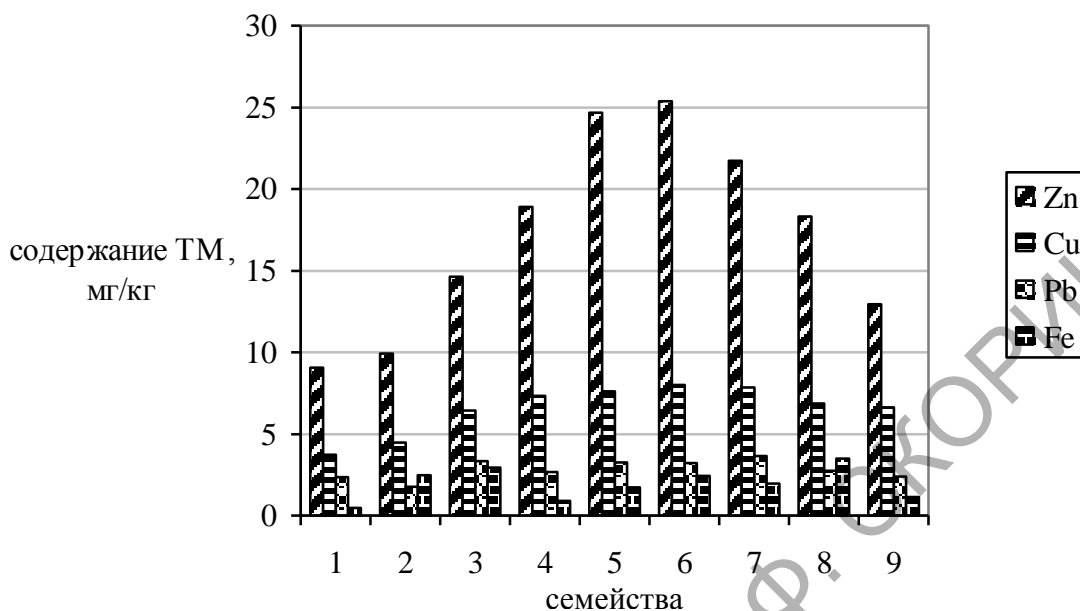
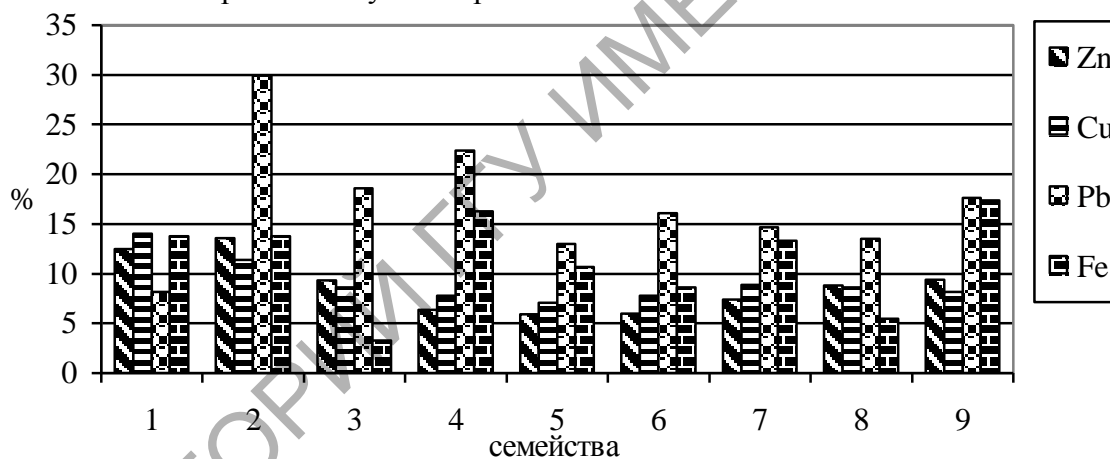


Рис. 2. Вклад водорастворимой фракции в поверхностное загрязнение луговых растений тяжелыми металлами

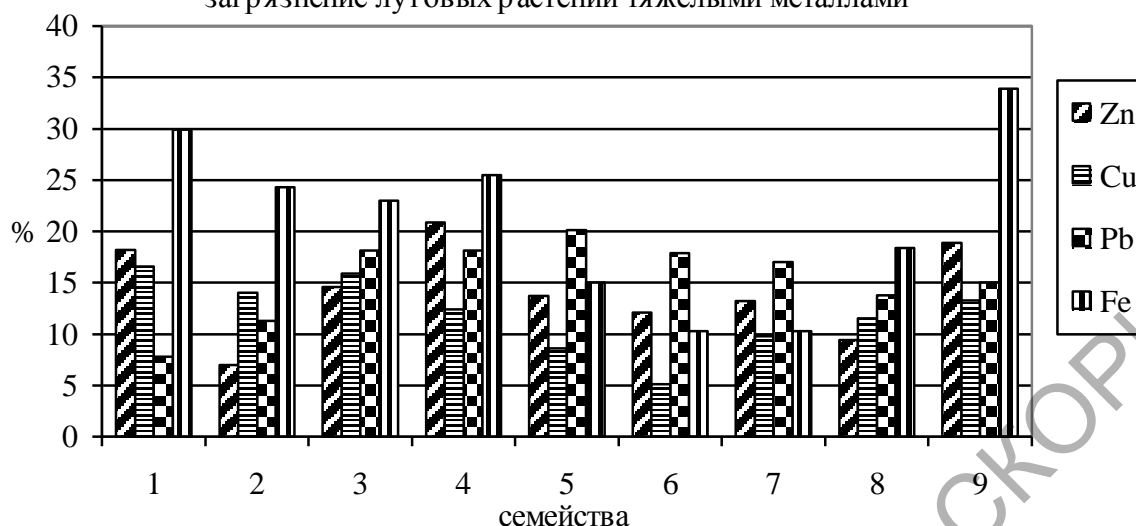


Количество ТМ, смываемых с поверхности растений водой варьирует довольно широко как по семействам, так и по элементам. Процентный вклад водной составляющей поверхностного загрязнения растений колебался в пределах 5.9 – 13.6% для Zn; 7.1 – 14.0% – для Cu; 8.2 – 29.9% для Pb; 5.5 – 17.4% для Fe. Максимальные количества ТМ, смываемые с поверхности растений водой были обнаружены: Zn – сем. Осоковые; Cu – сем. Мятликовые; Pb – сем. Осоковые; Fe – сем. Лютиковые.

Полученные данные не могут быть объяснены величиной площади листовой и стеблевой поверхности растений, поскольку виды с наиболее развитой поверхностью оказались наименее загрязненными водорастворимыми фракциями выпадений. По-видимому, необходим более тщательный геоботанический и биоморфологический анализ растительности с учетом условий произрастания выбранных видов, а также дополнительные динамические исследования процессов смыва ТМ с поверхности растений атмосферными осадками в период вегетации.

Ацетатный смыв ТМ с поверхности растений позволил выделить фракцию связанных (в том числе и связанных кутикулой) поллютантов (рис.3).

Рис.3. Вклад ацетатрастворимой фракции в поверхностное загрязнение луговых растений тяжелыми металлами



Процентный вклад ацетатной составляющей поверхностного загрязнения растений колебался в пределах 7.0 – 20.9% для Zn; 5.1 – 16.6% для Cu; 7.8 – 21.0% для Pb; 10.3 – 33.9% для Fe. Максимальные количества ТМ, смываемые с поверхности растений 1М раствором ацетата аммония были обнаружены: Zn – сем. Розоцветные; Cu – сем. Мятликовые; Pb – сем. Гвоздичные; Fe – сем. Лютиковые.

Простое суммирование процентного вклада водной и ацетатной составляющей поверхностного загрязнения луговых растений показало, что на поверхности растений сосредоточена значительная часть техногенных ТМ, выпадающих на луговые угодия ближайшего пригорода г. Гомеля (таблица).

Поверхностное загрязнение луговых растений техногенными тяжелыми металлами,
% от суммарного содержания

№	Семейство	Zn	Cu	Pb	Fe
1	Poaceae	30.7	30.7	16.0	43.7
2	Cyperaceae	20.6	25.4	41.2	38.1
3	Fabaceae	23.8	24.2	36.7	26.3
4	Rosaceae	27.4	20.2	40.5	41.8
5	Caryophyllaceae	19.6	15.7	34.0	25.6
6	Scrophulariaceae	18.1	12.9	34.0	18.9
7	Lamiaceae	20.6	18.7	31.6	39.2
8	Asteraceae	18.3	20.2	27.3	23.9
9	Ranunculaceae	28.3	21.5	32.6	51.3

Величина поверхностного загрязнения растений цинком колеблется в пределах 18.1 – 30.7% для цинка; для меди – 12.9 – 30.7%; для свинца – 16.0 – 41.6%; для железа – 18.9 – 51.3% от общего содержания ТМ в растительном материале.

Полученные данные не отражают вклада крупнодисперсных частиц, содержащих ТМ, в загрязнение фитоценозов, могущих после почвенного выщелачивания дополнительно загрязнять травостой за счет корневого поступления. Для оценки величины выпадений крупных частиц необходим фракционный анализ проб атмосферных осадков, отобранных в различные сезоны года. Вместе с тем, условия отбора и подготовки проб исключали возможность привнесения пыли на поверхность проанализированных растений.

Таким образом, было показано, что поверхностное загрязнение луговых растений составляет до 30-50% валового содержания цинка, меди, свинца и железа в растительном мате-

риале. Доля водорастворимой фракции в поверхностном загрязнении растений составила 13.6 – 29.9% для разных элементов. Полученные данные свидетельствуют о наличии воздушного пути поступления ТМ в растительные корма.

Abstract

O.M. Hramchenkova, V.V. Bykovsky The Heavy Metals As Contamination Factor Of The Meadow Plants // Proc. Gomel State Univ., 4 Biology (2001)

Have been shown the results of the natural and laboratory researches of zinc, copper, lead and iron surface contamination and enteral storage by the meadow plants of 27 species from the 9 families of the highest plants. The researching methods are the geobotanical and atomic-absorbtion spectrometry. The meadow plants surface contamination to compose 30-50 per cent of zinc, copper, lead and iron from all-containing this elements in the plants material. The allotment of the water-soluble heavy metals in surface contamination composes 13.6 % for zinc, 14.0 % for copper, 29.9 % for lead and 17.4 % for iron.

Литература

1. Сапегин Л.М. Пойменные луга юго-востока БССР, их рациональное использование, улучшение и охрана. – Мн: Изд-во Университетское. – 1985. – 100 с.
2. ГОСТ 26929 – 94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – Взамен ГОСТ 26929 – 86; Введ. 01.01.1996. – Мн.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 1995. – 15 с.
3. ГОСТ 27995 – 88. Корма растительные. Методы определения меди. – Введен впервые; Введ. 23.12.1988. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 11 с.
4. ГОСТ 27996 – 88. Корма растительные. Методы определения цинка. – Введен впервые; Введ. 23.12.1988. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 13 с.
5. ГОСТ 27998 – 88. Корма растительные. Методы определения железа. – Введен впервые; Введ. 23.12.1988. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 15 с.
6. ГОСТ 30178 – 96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-адсорбционный метод определения токсичных элементов. – Введен впервые; Введ. 01.01.1998. – Мн. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 1997. – 12 с.

Гомельский государственный
университет им. Ф.Скорины

Поступило 29.09.2000