

УДК: 451.4:470.44:581.192.6

## ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*Деревягин С.С., кандидат сельскохозяйственных наук*

*Медведев И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук*

**Верин А.Ю.**

*Графов В.П., кандидат сельскохозяйственных наук*

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
Юго-Востока», Россия, 410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7, e-mail:

[sergey\\_derevyagin@mail.ru](mailto:sergey_derevyagin@mail.ru)

**Ключевые слова:** *тяжелые металлы, почвы, экологическая безопасность.*

*Отражены результаты многолетних (2010-2017) полевых исследований процессов, приводящих к накоплению и перераспределению тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Cu, Hg, Ni) в наиболее типичных агроландшафтах Нижнего Поволжья, входящих в крупные орографические единицы – Окско-Донская равнина, Приволжская возвышенность, Сыртовая равнина, Прикаспийская низменность. Установлены ландшафтно-географические закономерности изменения соотношений валовых (экстрагируемых HCl) и подвижных (экстрагируемых ААБ с рН 4,8) металлов в почвах, корреляция подвижных форм с почвенным гумусом.*

**Введение.** Загрязнение тяжелыми металлами в промышленно развитых регионах является фактором, влияние которого на экосистемы и качество жизни человека со временем только усиливается. К наиболее важным с экологической точки зрения тяжелым металлам относятся Pb, Cr, As, Zn, Cd, Cu, Hg, Ni, имеющие способность к биоаккумуляции и биоусилению в пищевой цепи, загрязнению поверхностных и грунтовых вод [1-4].

Существующая тенденция возрастания содержания кислоторастворимых форм в корнеобитаемом слое почвы диктует необходимость вести мониторинг и совершенствовать методологию оценки экологических параметров почв [1]. Нижнее Поволжье является регионом, где одновременно высоко развиты аграрное и промышленное производство, что на фоне разнообразия климатических и почвенных условий усложняет задачи экологизации сельскохозяйственного производства и экологической классификации почв.

При анализе литературных источников и результатов почвенно-экологического мониторинга было выдвинуто предположение о роли

эколого-географического фактора в формировании депо тяжелых металлов в региональных почвах на примере наиболее типичных агроландшафтов Саратовской области.

**Методика исследований.** Полевые исследования проводились в сети локальных блоков почвенно-экологического мониторинга на территории Нижнего Поволжья по основным ландшафтными фациям на зональных типах почв. Для пространственной регистрации размещения точек отбора почвенных проб на местности использовался прибор Garmin GPSmap.

Поскольку подвижность и экологическая опасность тяжелых металлов зависят от формы их нахождения в окружающей среде, в большинстве исследований, проведенных как в России [2], так и в мире [3], параллельно или последовательно экстрагируются и определяются несколько форм тяжелых металлов. Химический анализ почвенных и растительных проб на содержание малоподвижных форм, извлекаемых раствором HCl (1n HCl), и высокоподвижных форм, извлекаемых ацетатно-аммиачным буферным раствором с pH 4,8 (ААБ), проводился в сертифицированных лабораториях сети региональной Агротехнологической службы в 2007-2017 гг.

**Результаты исследований.** При высокой пестроте содержания тяжелых металлов в почвах Нижнего Поволжья в зависимости от химического состава почвообразующих пород, содержания гумуса и антропогенного воздействия на природные системы, переход соединений из валовых форм в подвижные происходит под влиянием процессов почвообразования [6]. Интенсивность последних находится в зависимости от климатических факторов, как то количество осадков, температуры воздуха и почвы. Поэтому наиболее ярко эколого-ландшафтные закономерности формирования депо тяжелых металлов в почвах иллюстрирует показатель, математически рассчитываемый как отношение содержания в почве валовых (растворимых в 1-н HCl) к содержанию подвижных (растворимых в ААБ) форм тяжелых металлов. По отношению к течению р. Волга районы по почвенно-климатическим условиям разделяются на Правобережье с годовой суммой осадков 400-550 мм и Левобережье с суммой осадков 250-400 мм (таблица 1).

В Правобережье, как и в Левобережье, отношения между формами металлов увеличиваются последовательно с северо-запада на юго-восток. Исключение составляют свинец и кадмий, подвижные формы которых аккумулируются в черноземах южных Приволжской возвышенности вследствие влияния промышленности и транспорта г. Саратова. В лугово-каштановых почвах и солонцах, характерных для Прикаспийской низменности, содержание валовых форм цинка выходит за пре-

делу географических закономерностей, поэтому и соотношение между валовыми и подвижными формами достигает 264 единицы.

Таблица 1 – Показатели кратного отношения между формами ТМ в почвах

Подтипы почв, ландшафты		Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	В среднем
Правобережье	Чернозем обыкновенный (Окско-Донская равнина)	38,9	47,3	8,7	7	11,6	22,7
	Чернозем обыкновенный (Приволжская возвышенность)	76,1	91,7	12,1	20	15,2	43,02
	Чернозем южный (Приволжская возвышенность)	200	104,3	6,5	3,86	16,1	66,152
Левобережье	Чернозем южный (Сыртовая равнина)	59,1	47,7	11,5	14,5	18,3	30,22
	Темно-каштановая почва (Сыртовая равнина)	74,25	53,1	24,5	17,1	41	41,99
	Каштановая почва (Сыртовая равнина)	128	55,9	33	19,4	49,4	57,14
	Лугово-каштановая (Прикаспийская низменность)	264	75,3	53,6	40	43,9	60,56

В наших исследованиях выявлена дифференцированная связь между содержанием гумуса в верхних слоях почв и содержанием в них подвижных (растворимых в ААБ) форм ТМ (рисунок 1).

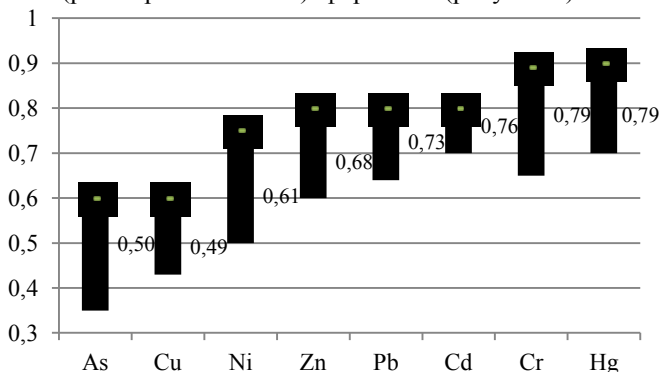


Рисунок 1 – Корреляционные связи между содержанием гумуса и тяжелыми металлами в почве с учетом вариаций по подтипам почв, ед.

Достоверных различий между левобережными и правобережными почвами в данном случае выявлено не было. Наиболее высокая корреляционная зависимость с гумусом отмечена у хрома (0,79), ртути (0,79), кадмия (0,76), свинца (0,73). Несколько ниже этот показатель для цинка (0,68), никеля (0,61), мышьяка (0,50), меди (0,49). Вероятно, для последних элементов более существенными оказываются иные формы закрепления в почвенной системе, чем закрепление гумусовыми веществами. Это предположение подтверждают колебания значений коэффициента корреляции по ландшафтно-географическим провинциям более  $\pm 20\%$ .

**Заключение.** Таким образом, Правобережье и Левобережье, существенно отличаясь по экологическим условиям, обнаружили сходную закономерность: по мере движения с северо-запада на юго-восток процессы перехода валовых форм в подвижные затухают, увеличивая соотношение между ними в среднем с 22,7 до 66,1 и 30,2 до 60,6 единиц соответственно. Соответственно снижается значение металлов в качестве регуляторов биохимических процессов в экосистемах. Из общей закономерности выделяются только свинец и кадмий, имеющий, вероятно, антропогенное происхождение вблизи г. Саратова, а также цинк, высокое содержание которого характерно для почвообразующих пород Прикаспийской низменности.

В зональных почвах на территории Нижнего Поволжья не обнаружено фактов превышения ПДК тяжелых металлов, что позволяет в настоящее время получать растениеводческую продукцию надлежащего экологического качества. В тоже время существует тенденция возрастания содержания кислоторастворимых форм в корнеобитаемом слое почвы, что диктует необходимость вести мониторинг и совершенствовать методологию оценки экологических параметров почв.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на выявление роли фракционного состава гумуса и агрофизических параметров почв в процессах взаимной трансформации форм тяжелых металлов в экосистемах.

#### **Библиографический список:**

1. Медведев, И.Ф. Тяжелые металлы в агроландшафтах / И.Ф. Медведев, С.С. Деревягин / Саратов: «Ракурс». – 2017. – 180 с.
2. Дубовик, Д.В. Тяжелые металлы в склоновом агроландшафте / Д.В. Дубовик, Е.В. Дубовик / Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ. – 2016. – 170 с.
3. Pinho S., Ladeira V. Phytotoxicity by Lead as Heavy Metal Focus on Oxidative Stress / Journal of Botany, vol. 2012, Article ID 369572, 10 pages doi:10.1155/2012/369572.
4. Медведев, И.Ф. Геоморфологические и ценоотические особен-

ности формирования депо тяжелых металлов на черноземных почвах Саратовской области / И.Ф. Медведев, С.С. Деревягин, М.А. Козаченко // Аграрный научный журнал. – 2011. – № 7. – С. 20-22.

## **ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL PATTERNS OF DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN SOILS OF THE LOWER VOLGA REGION**

**Derevyagin S.S., Medvedev I.F., Verin A.Yu., Grafov V.P.**

**Key words:** *heavy metals, soils, ecological safety.*

*The results of long-term (2010-2017) field research of processes leading to the accumulation and redistribution of heavy metals (Pb, Zn, Cd, Cu, Hg, Ni) in the most typical agrolandscapes of the Lower Volga region, included in large orographic units-the Oka-Don plain, Privolzhskaya Upland, Syrtovaya Plain, Caspian Lowland. The landscape-geographical patterns of changes in the ratios of gross (extracted HCl) and mobile (extracted AAB with pH 4.8) metals in soils, correlation of mobile forms with soil humus are established.*

УДК 504.06

## **ПОЛЛЮТАНТЫ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

*Еськов Е.К., доктор биологических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ, декан факультета охотоведения и биоэкологии*

ФГБОУ ВО "Российский государственный аграрный заочный университет" (РГАЗУ), e-mail: [ekeskov@yandex.ru](mailto:ekeskov@yandex.ru)

*Еськова М.Д., доктор биологических наук, профессор, зав кафедрой биоэкологии, РГАЗУ, e-mail: [mdeskova@yandex.ru](mailto:mdeskova@yandex.ru)*

*Спасик С.Е., кандидат биологических наук, РГАЗУ*

*Выродов И.В., ст. преподаватель, РГАЗУ*

**Ключевые слова:** *растения, поллютанты, эссенциальные элементы, урбанизированные территории.*

*Атомно-абсорбционным методом изучали содержание различных химических элементов в растениях, произрастающих на селитебных территориях. Установлена высокая вариабельность содержания различных элементов в растениях в зависимости от их вида и периода*