

УДК 631.41

## ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ МИГРАЦИИ ЦИНКА НА ТЕРРИТОРИИ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

**О. А. Ревина**

*Смоленский государственный университет, ул. Пржевальского, 4  
21400, г. Смоленск, Россия, [revinaoksanaal@gmail.com](mailto:revinaoksanaal@gmail.com)*

Рассматривается миграция цинка в природных и антропогенных ландшафтах Смоленской области. Выявлены изменения содержания цинка в различных природных ландшафтах. Установлены особенности биогенной миграции цинка в пределах региона. Показано, что в городских ландшафтах наибольшему техногенному воздействию подвержены древесные растения селитебно-транспортной зоны.

**Ключевые слова:** миграция цинка; природные и антропогенные ландшафты; почвы и почвообразующие породы; биогенная миграция.

## FEATURES OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC MIGRATION OF ZINC IN THE TERRITORY OF THE SMOLENSK REGION

**O. A. Revina**

*Smolensk State University, Przhevalsky St., 4  
21400, Smolensk, Russia, [revinaoksanaal@gmail.com](mailto:revinaoksanaal@gmail.com)*

The migration of zinc in natural and anthropogenic landscapes of the Smolensk region is considered. Changes in zinc content in various natural landscapes were revealed. The features of biogenic migration of zinc within the region have been established. It has been shown that in urban landscapes, woody plants in the settlement-transport zone are subject to the greatest technogenic impact.

**Key words:** zinc migration; natural and anthropogenic landscapes; soils and parent rocks; biogenic migration.

Выявление особенностей миграции рассеянных элементов в ландшафтах конкретных регионов имеет большое научное и практическое значение. Часть рассеянных элементов относится к микроэлементам, так как они оказывают существенное влияние на живые организмы. Цинк относится к таким микроэлементам. На его содержание и подвижность влияют как природные, так и антропогенные факторы. Особый интерес представляют геохимически подвижные формы элементов, которые при

изменении некоторых химических свойств компонентов ландшафта становятся подвижными и начинают активно вовлекаться в миграцию.

Основным источником цинка в природных ландшафтах является почвообразующая порода. В качестве таких почвообразующих пород, встречающихся в Смоленской области, исследовались лессовидные суглинки, морены валдайского и московского оледенений и водно-ледниковые пески [1]. Содержание геохимически подвижных форм цинка в исследованных почвообразующих породах составило от 5,2 до 11,0 мг/кг. Больше всего элемента обнаружено в лессовидных суглинках, а меньше всего – в водно-ледниковых песках. Установлены и различия в содержании цинка в морене супесчаной и суглинистой. Можно предположить, что содержание цинка во многом определяется гранулометрическим составом горных пород.

В природных ландшафтах были выявлены особенности перераспределения цинка в профиле дерново-подзолистой почвы. В верхних гумусовых горизонтах наблюдается аккумуляция геохимически подвижных форм элемента. Содержание цинка в них варьируется от 9,5 до 18,5 мг/кг. Слаборазложившиеся растительные остатки лесной подстилки отличаются максимальными значениями содержания элемента, обменные формы которого составляют от 43,5 до 68,8 мг/кг.

В нижних слоях почвы отмечается перераспределение подвижных форм цинка в элювиально-иллювиальных горизонтах. Таким образом, промывной водный режим обеспечивает минимальное значение содержания исследуемого элемента в подзолистом горизонте. Сходные закономерности миграции цинка выявлены в дерново-подзолистых и подзолистых почвах других регионов России [3, 4].

На примере цинка в природных ландшафтах Смоленской области определяются особенности ландшафтно-геохимического сопряжения. Поверхностный и подземный сток обеспечивают интенсивный вынос из элювиальных и особенно транс-элювиальных ландшафтов подвижных форм металла. Рост содержания цинка определяется в гумусовых горизонтах почв аккумулятивных и супераквальных ландшафтов. Коэффициент геохимического сопряжения (Кг) цинка в природных ландшафтах Смоленской области составляет от 1,8 – 2,2.

Анализ содержания цинка в древесной растительности исследуемой территории позволил установить особенности биогенной миграции исследуемого элемента. Так как Смоленская область относится к зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, то для исследования были выбраны наиболее типичные для природных ландшафтов хвойные, мелколиственные и широколиственные породы деревьев: ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), береза

бородавчатая (*Betula pendula* Roth), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill), клен платановидный (*Acer platanoides* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.). Содержание цинка определялось в золе листьев и ветвях растений.

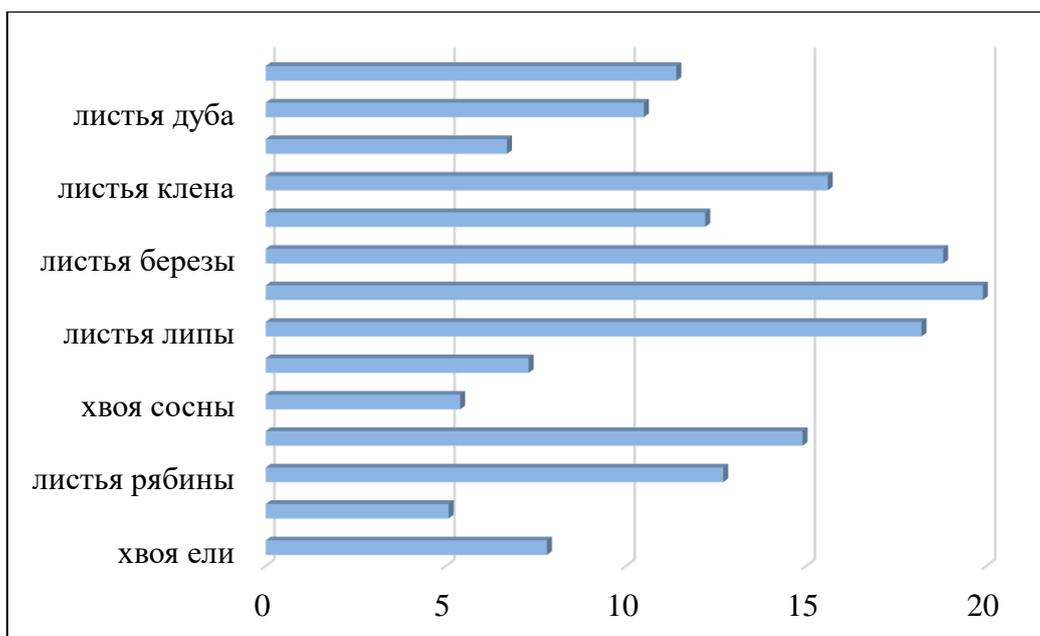
Анализ полученных результатов показал, что в исследуемых органах древесных растений содержание исследуемого металла колеблется от 2,5 до 11 мг/кг сухого вещества. Установлено, что в листьях и хвое металла содержится больше, чем в ветвях. Убывающий ряд содержания цинка в листьях древесных пород имеет следующий вид: рябина > клен > дуб > липа > береза > ель > сосна. В целом отмечается интенсивное биологическое поглощение цинка древесной растительностью, которое часто обусловлено почвенно-геохимическими условиями [2].

В процессе исследования поведения цинка в естественных и природных ландшафтах Смоленской области была выявлена миграция металла в городской среде. В городе Смоленске отбор проб почвы для ее анализа проводился в различных функциональных зонах.

Результаты исследования выявили повышенное содержание цинка в почвах города Смоленска. В верхних перегнойно-аккумулятивных горизонтах концентрация этого металла составила от 12,5 до 47,8 мг/кг. Наибольшее содержание цинка характерно для селитебно-транспортной функциональной зоны. Меньшему загрязнению металла подвержена парково-рекреационная зона. В почвах промышленных зон города отмечена неоднородность распределения цинка, что может быть связано с особенностями технологических процессов промышленных предприятий [5].

Антропогенной трансформации также подвержены древесные растения г. Смоленска. Исследование растительного материала показало, что изменение содержания цинка в ветвях и листьях растений составляет от 5,5 до 24,2 мг/кг сухого вещества. При этом отличительной особенностью биогенной миграции в городской среде является более высокое накопление металла в ветвях древесных растений. В ветвях содержание цинка либо равно, либо превышает содержание в листьях соответствующих древесных пород.

В городских ландшафтах наибольшему техногенному воздействию подвержены древесные растения селитебно-транспортной зоны (рисунок). Цинк в листьях растений этой зоны превышает значения содержания элемента в соответствующем растительном материале остальных функциональных зон. Это может быть связано со способностью растений поглощать металлы из воздушных источников через листву [2].



Содержание цинка в сухом веществе растений селитебно-транспортной зоны г. Смоленска

Анализ полученных данных свидетельствует о глубоких изменениях, обусловленных влиянием антропогенного воздействия. Содержание геохимически подвижных форм цинка в городских почвах и древесных растений превосходит соответствующие значения в природных ландшафтах. Наиболее загрязнены металлом почвы и растения селитебно-транспортной зоны, а также отдельные участки промышленной зоны города Смоленска.

### Библиографические ссылки

1. Бигарова А. С., Фесюнова О. Д. Особенности почвообразующих пород Смоленской области // Современные проблемы географии и геоэкологии: Сборник научных статей. Выпуск II. Смоленск: Универсум, 2019. С. 5-10.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М. Мир, 1989. 439 с.
3. Карпова Е. А., Голятина С. В., Ермаков А. А. Подвижность Zn и Cu в загрязненных дерново-подзолистых почвах агроценозов в зависимости от природных и антропогенных факторов // Сборник материалов II Международной научной конференции «Современные Проблемы Загрязнения почв». Т. 1. М.: МГУ, 2007. С. 369-371.
4. Мотузова Г. В., Барсова Н. Ю. Поглощение и миграция цинка в почвах таежной зоны по результатам лабораторных и полевых опытов // Почвоведение. 2012. № 8. С. 855-862.
5. Ревина О. А., Ревин А. Г. Эколого-геохимические особенности почв городских ландшафтов Смоленской области // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2022. № 4. С. 6-20.