

ronmental programs cause problems. The research was to study, to analyze and to evaluate the factors of impact on the formation of the ecological status of the Kovel city, with the aim of improving its natural environment and living conditions of the population. Moreover, the research was addressed to the pressing issues of influence of anthropogenic factors on the state of atmospheric air, soil, surface and groundwater. The direct relationship have been demonstrated between the intensity of air pollution and health status and the increase in chronic non-specific diseases, such as atherosclerosis, heart disease, lung cancer, etc. Conservation measures of the regional ecological program «Ecology 2016-2020» of Kovel City Council was considered and the implementation of program would help to reduce anthropogenic impact on the environment of the city.

Keywords: ecology, pollution, anthropogenic load, environmental measures, environmental problems.

УДК 911. 52:550.4](477.52)

DOI: doi.org/10.5281/zenodo.3738427

Бова О.В.

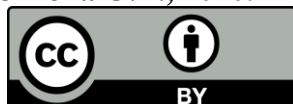
ОСНОВНІ РИСИ МАСОПОТОКІВ ДЕЯКИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЛІСОСТЕПОВИХ ЛАНДШАФТАХ СУМСЬКОГО ПРИДНІПРОВ'Я

У статті наведено результати польових і хіміко-аналітичних досліджень атмосферних опадів, річкових вод і рослинного покриву природних та техногенно змінених лісостепових ландшафтів Сумського Придніпров'я. У названих компонентах (елементах) ландшафтів було визначено вміст важких металів – цинку, купруму, феруму, плюмбуму, мангану і кобальту. Наводяться дані про кількість важких металів, що надходять у ландшафти з атмосферними опадами та виносяться річковими водами. Розраховані модулі надходження і модулі стоку важких металів (водорозчинні форми) дали можливість визначити їх середньорічний геохімічний баланс та встановити особливості масообміну у природних та техногенно змінених ландшафтах.

Ключові слова: важкі метали, природні (фонові) ландшафти, техногенно змінені ландшафти, модуль надходження металів з атмосферними водами, модуль винесення металів з річковим стоком, геохімічний баланс.

Постановка проблеми. Вивчення масопотоків і визначення балансу важких металів в ландшафтах має велике науково-практичне значення. Балансовий метод дає можливість встановити в якій кількості надходять важкі метали у природні і техногенно змінені ландшафти, скільки виносяться із річковим стоком, або мають здатність до закріплення твердофазними компонентами ландшафтів. Порівняння модулів надходження металів з атмосферним опадами і модулів винесення їх з річковим стоком дозволяє визначити направленість та інтенсивність геохімічних процесів у ландшафтах досліджуваних територій. Особливо важливими є балансові розрахунки для техногенних ландшафтів, які

© Бова О.В., 2020.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Article Info: Received: February 18, 2020;

Final revision: February 25, 2020; Accepted: April 4, 2020.

зазнають посиленого геохімічного тиску, внаслідок якого суттєво змінюються міграційні потоки хімічних елементів. Тому важливо оцінити ступінь їх трансформації в техногенних умовах.

Метою дослідження було визначення основних рис масопотоків важких металів у лісостепових ландшафтах Сумського Придніпров'я.

Методика досліджень. Польові дослідження проводились на чотирьох ключових ділянках у природних та техногенно змінених ландшафтах м. Суми та Сумського району, на яких були відібрані зразки дощових опадів та снігового покриву. Для збору дощових опадів використовувались 1-3 літрові скляні банки, обгорнуті чорним папером (для запобігання росту водоростей) і закриті поліетиленовими кришками, в які була встановлена лійка діаметром 15 см зі щільного білого поліетилену. Зразки відбирались протягом усього теплового періоду. Відбір зразків снігу здійснювався 2 рази протягом зимового сезону. У кінці зими вода відбиралась з фіксованої площі (1x1 м) і розтоплювалась природним шляхом у лабораторії [2]. Відбір проб річкових вод виконувалось за стандартними гідрохімічними методиками [4]. Вміст таких важких металів як ферум, манган, нікол, кобальт, цинк, плюмбум і купрум в атмосферних опадах визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115. Для балансових розрахунків були підраховані модулі надходження металів з атмосферними опадами і винесення їх з річковим стоком для природних і техногенно змінених ландшафтів. Крім того, були розраховані коефіцієнти гідрогеохімічної активності (КН) за М.А Глазовською [1]. КН ми розраховували як відношення кількості водорозчинних форм ВМ, що виносяться з річковим стоком, до кількості, що надходять з опадами.

Виклад основного матеріалу.

Надходження важких металів з атмосферними опадами. У природних (фонових) умовах аеральний сумарний модуль надходження розчинених форм важких металів (далі ВМ) максимальний для феруму – 26,92 кг/км² на рік, а мінімальний для плюмбуму – 1,67 кг/ км². Основна кількість розчинених форм ВМ надходить у теплий сезон року. Це пояснюється, з одного боку, більшою кількістю опадів, що випадають у теплий сезон року, а з іншого, кращою вимиваючою здатністю дощів у порівнянні зі сніговими опадами. Звертають на себе увагу більш високі показники середньомісячних надходжень взимку сполук цинку і мангану. Була встановлено, що 70-80% цих двох елементів водорозчинні у снігових водах. Ймовірно, поповнення указаних елементів у водах снігового покриву пов'язано із трансформацією пилового матеріалу, що міститься в ньому. Для інших елементів, які визначались, середньомісячні аеральні надходження взимку у 2-4 рази нижчі, ніж у теплий період.

Поряд із надходженням водорозчинних сполук нами визначались і кількості елементів, що надходять з атмосферним пилом. Встановлено, що середня кількість пилу, що містилася у талих водах снігового покриву склала 0,57-1,56 г/м². Ймовірно, ця кількість дещо занижена через втрату пилу при таненні снігу. Як видно із таблиці 1 аеральні надходження елементів з пилом незначні у порівнянні з кількістю елементів, що надходять у розчинних формах. Виключенням є ферум, основна маса випадіння якого є водонерозчинною.

Таблиця 1

Надходження ВМ з пилом снігових вод у природні (фонові) ландшафти, мг/м² на рік

Fe	Mn	Ni	Co	Zn	Pb	Cu
34,2	0,43	0,040	0,0096	0,12	0,025	0,030

Таким чином, ВМ, що надходять у складі опадів є переважно водорозчинними, що створює можливість їх безпосереднього втягнення в біогеохімічні міграційні процеси в ландшафтах.

У зоні техногенного впливу переважаюча частина ВМ, що надходять із атмосферними опадами знаходиться у водонерозчинних формах. надходження водонерозчинних форм металів перевищують фонові показники в 1,4-2,2 рази. З літніми опадами надходить у 9 разів більше мангану, у 7 разів – феруму, у 4-6 разів – купруму, цинку і плюмбуму. У порівнянні з природними умовами прослідковується помітне зниження надходження із сніговими водами водорозчинних сполук цинку і мангану. Ці метали міцно утримуються частинками техногенного пилу і при таненні снігу розчиняються слабо. Кількість ВМ, що надходять у техногеосистему з нерозчинним матеріалом, залежить від кількості пилу та його металоносності. Нами аналізувався пил кумулятивних проб снігу. Його надходження в зоні техногенезу Південної промислової зони м. Суми значно коливається від одного місця до іншого. В епіцентрі техногенних емісій надходження пилу склало у середньому 16,4 г/м², а на відстані до 1,5 км – 3,2 г/м².

Таблиця 2

Надходження ВМ з пилом снігових вод у техногеосистему, мг/м² на рік

зона	Fe	Mn	Ni	Co	Zn	Pb	Cu
1	672,4	13,12	0,82	0,30	5,25	1,39	0,66
2	160,0	2,56	0,16	0,064	0,38	0,16	0,13

Примітка: 1 – зона максимального техногенезу, 2 – зона помірного техногенезу.

Наведені у таблиці 2 дані свідчать, що техногенне навантаження металів найбільше у зоні максимального техногенезу. Тут перевищення аерального модуля надходження металів над фоном складає десятки разів. У зоні помірного техногенезу пилове металеве навантаження слабкіше, перевищення надходжен-

ня металів у порівнянні з природними ландшафтами у межах математичного порядку.

Винесення важких металів з водами річкового стоку і баланс розчинених форм металів у ландшафтах. Показники річного винесення водорозчинних форм ВМ суттєво різняться для окремих металів. Найбільш енергійно виносяться з природних ландшафтів ферум і манган. Геохімічний баланс цих елементів від’ємний, КН відповідно 3,42 і 3,93. Основною причиною дисбалансу водорозчинних форм феруму і мангану є здатність цих елементів мігрувати у поверхневих водах у складі тонкодисперсних зависей, які досить важко виділити у лабораторних умовах. КН водорозчинних форм цинку, купруму і плюмбуму дорівнює відповідно 0,97; 0,51; 0,34. Відповідно, для купруму і плюмбуму характерна акумуляція в місцевих фонових ландшафтах, а втрати цинку з річковим стоком урівноважуються надходженням його з атмосферними опадами.

Для з’ясування ролі біологічного колообігу в процесах масообміну в ландшафтах нами проведено співставлення надходження ВМ з рослинним опадом у кленово-липовій діброві й різнотравно-злаковому степу з модулями річкового винесення тих же елементів. З’ясувалось, що кількість металів, що виносяться річковими водами, значно перевищує кількість елементів, які надходять на поверхню з рослинним опадом.

Таблиця 3

Баланс важких металів у природних і техногенно змінених ландшафтах Сумського Придніпров’я

Метали	Модуль надходження						Модуль винесення		КН	
	зі снігом		з дощами		сумарний		1	2	1	2
	1	2	1	2	1	2				
Cu	0,26	0,69	2,35	4,0	2,61	4,69	1,34	2,0	0,51	0,43
Zn	1,83	1,18	4,24	7,42	6,07	8,60	5,87	2,69	0,97	0,31
Mn	4,31	2,03	5,09	18,52	9,4	20,55	36,98	41,68	3,93	2,03
Pb	0,13	0,42	1,54	1,85	1,67	2,27	0,57	0,27	0,34	0,12
Fe заг.	3,35	7,26	23,37	51,19	26,29	58,38	91,94	87,45	3,42	1,50

Примітка: 1 – фонові ландшафти; 2 – ландшафти у зоні впливу Південної промзони м. Суми; важкі метали – кг/км² на рік; КН – коефіцієнт гідрогеохімічної активності.

В техногенних умовах баланс водорозчинних форм ВМ, як і в природних умовах, позитивний лише для мангану і феруму (КН > 1). характерно, що модулі винесення цих елементів дуже близькі до фонових показників. Певне зниження КН для мангану і феруму обумовлено їх аеротехнічним привнесення, яке перевищує фонові показники приблизно у 2 рази. Чітко накопичуються у техногенно змінених ландшафтах водорозчинні цинк і плюмбум. КН цих металів у 3 рази нижчий, ніж на фоні. Достатньо чітко прослідковується тенденція до утримання у техногеосистемі водорозчинного купруму (КН 0,43).

У порівнянні з природними ландшафтами у техногенно змінених ландшафтах збільшується ємність біологічного колообігу. Рослини вивчених фітоценозів (широколистяна діброва) у середньому в 2-2,5 рази більш активно захоплюють і накопичують практично всі ВМ. У зоні максимального техногенезу інтенсивність вбирання металів рослинами збільшується в 3-5 разів.

Висновки. Виконані розрахунки модулів надходження і стоку ВМ дозволили визначити їх геохімічний баланс у природних і техногенно змінених ландшафтах Сумського Придніпров'я. Надходження ВМ в ландшафти відбувається переважно влітку. Середньомісячні аеральні надходження ВМ в природних умовах взимку в 2-4 рази менші, ніж в теплий період. Переважна частина ВМ, що надходять в ландшафти з атмосферними опадами знаходиться в водонерозчинних формах.

Надходження водонерозчинних форм в техногенно змінених ландшафтах перевищує фонові показники в 1,4-2,2 рази. У порівнянні з природними умовами прослідковується виразне зменшення в снігових водах водорозчинних форм цинку та мангану. Ці метали міцно утримуються частинками техногенного пилу і при таненні снігу розчиняються слабо.

В природних ландшафтах найбільш енергійно виносяться з річковим стоком ферум і манган. Геохімічний баланс для цих елементів від'ємний. Позитивний баланс мають плумбум і купрум.

В техногенних умовах відмічено певні відмінності масообміну ВМ, а саме чітке накопичення водорозчинних форм цинку і плумбуму з мінімальними показниками КН. В техногенно змінених ландшафтах збільшена ємність біологічного колообігу ВМ за рахунок енергійного вбирання їх фітоценозами. У зоні максимального техногенезу інтенсивність вбирання ВМ рослинами збільшується у 3-5 разів, а показники надходження металів з рослинним опадом перевищують їх винесення з річковими водами.

Література

1. Глазовская М. А. Ложные геохимические аномалии, их генезис и принципы диагностики. В кн.: География почв и геохимия ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1967. С. 63-83.
2. Медведев Л. В. Закономерности перераспределения атмосферных осадков и трансформация их химического состава древостоями южной тайги (на примере Валдайской возвышенности), автореф. дис. ... канд. биол. наук. Днепропетровск, 1984. 24 с.
3. Унифицированные методы анализа вод СССР. Л. Гидрометеоздат, 1978. 144 с.

Summary

Bova O.V. The main features of the mass flow of some heavy metals in the forest-steppe landscapes of Sumy Prydniprovya.

The article presents the results of field and chemical-analytical studies of precipitation, river water and vegetation cover of natural and man-made forest steppe landscapes of Sumy Dnieper. The named components (elements) of the landscapes determined the content of heavy metals – zinc, cuprum, iron, plumbum, manganese and cobalt. The data on the amount of heavy metals entering the landscape with precipitation and transported by river water are given. The calculated flow and

heavy metal runoff modules (water-soluble forms) made it possible to determine their average annual geochemical balance and to establish the mass transfer features in natural and man-made landscapes.

Keywords: *heavy metals, natural (background) landscapes, man-made landscapes, atmospheric water inflow module, river drainage module, geochemical balance.*