

Бабкина Александра Алексеевна

аспирант

Зубкова Валентина Михайловна

д-р биол. наук, профессор, преподаватель
ФГБОУ ВО «Российский государственный
социальный университет»
г. Москва

DOI 10.21661/r-114372

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ПОЧВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация:** в статье приводятся данные по содержанию в снеге Pb, Cd, Cu, Zn, Cr и суммарный коэффициент загрязнения участков агроландшафтов, разноудаленных от источников загрязнения.*

***Ключевые слова:** хионоиндикационный мониторинг, депонирующая среда, агроландшафты, тяжелые металлы.*

Снежный покров является естественным индикатором – накопителем атмосферных загрязнений. Снег в процессе своего формирования эффективно сорбирует атмосферные примеси и депонирует сухие пылевидные примеси от техногенных объектов и автотранспорта. Исследования снежного покрова показывают повышение концентрации загрязняющих веществ по сравнению с атмосферным воздухом. Атмосферные осадки выпадая на поверхность, приводят к последующему загрязнению почв, растений и воды, поэтому снеговой мониторинг на практике является универсальным, простым и точным в использовании методом [1, с. 32].

Простота метода заключена в его технологии отбора проб – достаточно одной пробы снега, взятой в конце периода снегозалегания, чтобы определить изменения концентрации веществ за весь снежный период. Несмотря на небольшой диапазон индикационного времени, метод изучения снежного покрова об-

ладает высокой точностью. Низкий уровень температур в зимний период замедляет многие химические процессы, что способствует консервации веществ без существенных потерь в снежном покрове.

Исследование снежного покрова достаточно широко используется среди методов ландшафтной индикации и приобрело название хионоиндикационный мониторинг (от греч. *chinos* – снег) [2, с. 202].

Целью настоящего исследования является анализ загрязнения снежного покрова тяжелыми металлами и выявление связи между его химическим составом и уровнем техногенного воздействия на агроландшафты.

Исследование проводилось на реперных участках, расположенных в агроландшафтах Тверской области, разноудаленных от объектов негативного воздействия (железная дорога, автотрасса, завод и другое).

Образцы снега отбирали на шести реперных участках, которые в последующих таблицах приводятся как варианты исследований: 1 – Бежецкий, 2 – Бологовский, 3 – Калязинский, 4 – Вышневолоцкий, 5 – Калининский (хозяйство «Романовский»), 6 – Калининский (хозяйство «Сахарово»). Выбор участков обусловлен наличием антропогенных источников (таблица 1).

Таблица 1

Координаты и удаленность реперных участков
от антропогенных источников (км)

Варианты исследований	Координаты		Ж/Д пути	Авто-трасса	Ферма	Заводы	ТЭЦ	Склад
	Широта	Долгота						
1	57°48	34°08	0,3	1	2	–	–	–
2	57°50	34°08	3	0,01	5	3	–	–
3	57°15	34°54	1	0,01	1,5	1	–	–
4	57°38	34°38	7	0,02	3	4	4	3
5	56°56	36°09	–	0,02	1,5	–	–	–
6	56°54	36°06	–	0,02	–	–	–	–

В качестве информативных химических индикаторов состояния снежного покрова и антропогенных химических загрязнений определяли содержание тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди, цинка, хрома).

Отбор образцов снега осуществляли в марте-апреле 2013–2015 годов обобщенным методом согласно ГОСТ 17.1.5.05–85 [8]. Снежные керны отбирали по всей глубине залегания с помощью пластмассовой трубы. Очищенные у основания от почвы и остатков растительности керны, помещали в пластиковый пакет и доставляли на базу лаборатории ФГБУ ГЦАС «Тверской», где пробы снега растапливались естественным путем в стеклянной таре. Анализ талой воды на содержание тяжелых металлов проводили атомно-абсорбционным методом на приборе Спектрометр атомно-абсорбционный «КВАНТ-2АТ».

Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав талой воды

Год	Варианты исследования	Показатели				
		Свинец	Кадмий	Медь	Цинк	Хром
2013	1	0,002	0,00015	0,0040	0,156	0,0020
	2	0,003	0,00014	0,0010	0,057	0,0020
	3	0,002	0,00015	0,0130	0,050	0,0005
	4	0,001	0,00011	0,0080	0,200	0,0030
	5	0,006	0,00010	0,0040	0,016	0,0020
	6	0,004	0,00020	0,0050	0,015	0,0005
2014	1	0,003	0,00015	0,0009	0,008	0,0004
	2	0,003	0,00020	0,0009	0,008	0,0040
	3	0,003	0,00020	0,0008	0,007	0,0010
	4	0,011	0,00012	0,0010	0,140	0,0030
	5	0,011	0,00014	0,0006	0,026	0,0005
	6	0,003	0,00020	0,0002	0,033	0,0030
2015	1	0,003	0,00014	0,0008	0,020	0,0030
	2	0,011	0,00020	0,0009	0,021	0,0030
	3	0,011	0,00015	0,0008	0,021	0,0020
	4	0,011	0,00011	0,0002	0,042	0,0005
	5	0,003	0,00010	0,0009	0,020	0,0020
	6	0,003	0,00020	0,0002	0,020	0,0005

Для эколого-геохимической оценки состояния снежного покрова рассчитывали коэффициент концентрации поллютантов (K_c) по формуле (1):

$$K_c = C_i / C_{\text{ф}}, \quad (1)$$

где C_i – фактическое содержание определяемого вещества (элемента), $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация элемента [1]. В качестве фоновой концентрации использованы наименьшие значения из определяемых показателей по каждому году исследования.

Для характеристики воздействия загрязнения использован суммарный показатель загрязнения (Z_c), определяемый по формуле 2.

$$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n-1), \quad (2)$$

где n – число определяемых суммируемых вещества, K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты эколого-геохимической оценки снежного покрова

Год	Варианты исследования	K_c					Z_c
		Свинец	Кадмий	Медь	Цинк	Хром	
2013	1	2,00	1,50	20,00	22,29	5,00	46,79
	2	3,00	1,40	5,00	8,14	5,00	18,54
	3	2,00	1,50	65,00	7,14	1,25	72,89
	4	1,00	1,10	40,00	28,57	7,50	74,17
	5	6,00	1,00	20,00	2,29	5,00	30,29
	6	4,00	2,00	25,00	2,14	1,25	30,39
2014	1	3,00	1,50	4,50	1,14	1,00	7,14
	2	3,00	2,00	4,50	1,14	10,00	16,64
	3	3,00	2,00	4,00	1,00	2,50	8,50
	4	11,00	1,20	5,00	20,00	7,50	40,70
	5	11,00	1,40	3,00	3,71	1,25	16,36
	6	3,00	2,00	1,00	4,71	7,50	14,21
2015	1	3,00	1,40	4,00	2,86	7,50	14,76
	2	11,00	2,00	4,50	3,00	7,50	24,00
	3	11,00	1,50	4,00	3,00	5,00	20,50
	4	11,00	1,10	1,00	6,00	1,25	16,35
	5	3,00	1,00	4,50	2,86	5,00	12,36
	6	3,00	2,00	1,00	2,86	1,25	6,11

Как показали результаты исследований, на большинстве исследуемых участков уровень загрязненности остается низким. Коэффициенты суммарного загрязнения варьируют в пределах от 6,11 до 74,17.

Однако, снег изучаемых участков существенно отличался по содержанию тяжелых металлов.

Наибольший уровень загрязненности был отмечен в варианте 4. Содержание свинца, меди и цинка превышало фоновый уровень на данном участке в отдельные годы в 11, 40 и 28 раз соответственно. Это обусловлено тем, что Вышневолоцкий реперный участок находится в зоне влияния максимального количества антропогенных источников по сравнению с остальными участками.

Хионоиндикационным методом установлено, что загрязнение носит комплексный характер.

Таким образом, атмосферные осадки являются источниками загрязнения агроландшафтов природной зоны, причем загрязнение носит полиэлементарный характер.

Список литературы

1. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 181 с.
2. Зубкова В.М. Снеговой покров как индикатор экологической обстановки при антропогенной нагрузке на территорию // Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России и сопредельных территорий: Материалы II международной, VII Всероссийская научно-практической конференции «Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России и сопредельных территорий». – 2016. – С. 202–207.