

УДК 504.064.3:547

Е.Ю. Иванцова (Могилев, Беларусь)

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ, ПРОИЗРАСТАЮЩИМИ ВДОЛЬ ПОЛОСЫ ОТВОДА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

The features of the accumulation of heavy metals by plants growing along the right of way of railways. In the railway Mogilev Samples of soil content of heavy metals. Identified woody and herbaceous plants that are in the tissues of the heavy metal content exceeds the permissible limits.

В результате хозяйственной деятельности человека, и особенно в последние десятилетия, антропогенные изменения в природе достигли значительного уровня, а по некоторым показателям – глобального.

Загрязнение окружающей среды железнодорожным транспортом наиболее всего ощущается там, где используются тепловозы. Их отработанные газы содержат большое количество токсичных веществ, угольной и рудной пыли, сажи и др. При мойке составов в локомотивных и вагонных депо образуются значительные объемы стоков, содержащих нефтепродукты, щелочи, кислоты, тяжелые металлы и СПАВ, применяемые в моющих растворах [1].

По сравнению с автомобильным, неблагоприятное воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду существенно меньше [2], но не достаточно хорошо изучено в условиях Беларуси. Поэтому целью наших исследований являлось выявление особенностей накопления тяжелых металлов растениями, произрастающими вдоль полосы отвода железных дорог.

Было изучено содержание тяжелых металлов в почве и растениях на участках железной дороги в Кричевском направлении Могилев–Луполово и Реста–Самулки. Согласно почвенно-географическому районированию РБ территория Могилева и его окрестностей входит в состав Шкловско-Чаусского и Рогачевско-Славгородско-Климовичского почвенных районов. Где в основном преобладают дерново-палево-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы. По механическому составу преимущественно легко-суглинистые и супесчаные.

Почвенный покров участка изучался методами почвенного профилирования и химического анализа. Для количественного определения содержания тяжелых металлов (Ti, Mn, Fe, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, V) в почве использовали ядерно-физический метод элементарного анализа по рентгеновскому излучению. При определении содержания тяжелых металлов в пробах растительного сырья применялся метод атомно-абсорбционной спектрометрии с использованием анализатора «МГА-915». Подготовка проб проводилась в муфельной печи по ГОСТу 26929-94.

Из всех почвенных срезов образцы для элементного анализа отбирались в основном горизонте А. Отбор проб проводился на расстоянии 20 и 90 метров от рельс железнодорожного полотна. Общее количество взятых образцов почв составило 76. Характер распространения тяжелых металлов в почве представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в почве полосы отводов железных дорог, мг/кг

Химические элементы	ПДК	Участок исследований			
		Могилев – Луполово		Реста – Самулки	
		Расстояние от ж/д полотна			
		20 м	90 м	20 м	90 м
Ti	4620	4825,2	4814,6	4722,1	4612,3
Mn	1500	692,3	689,4	433,3	428,6
Fe	10000	42056,3	39028,8	43028,5	39012,7
Cr	6	152,6	149,9	101,6	98,6
Co	5	20,6	20,4	7,2	6,8
Ni	40	41,1	40,8	27,3	26,5
Cu	33	39,6	38,2	45,6	42,8
Zn	23	58,2	57,9	58,6	56,6
Pb	0,5-1	9,8	9,4	11,6	8,6
V	150	78,1	77,6	76,1	75,8

Анализ почв показал, что содержание тяжелых металлов в почве отводов железных дорог заметно отличается от фонового содержания этих элементов. Концентрация Fe в среднем превышает значения ПДК в 3,9-4,3 раза, Pb в 8,6-11,6 раз, Cu в 1,2-1,4 раза, Zn в 2,4-2,5 раза, Cr в 16-25 раз, Co в 1,4-4,1 раза в зависимости от участка исследований и его удаленности от железнодорожного полотна. Содержание таких химических элементов как Ti, Mn, Ni и V находится в пределах нормы.

Растительный покров участков разнообразен: участок Могилев–Луполово представлен травянистыми и кустарниковыми сообществами, а на участке Реста–Самулки плотно произрастает лес. В связи с этими отличительными особенностями в видовом составе растительного покрова исследуемых территорий, распространение загрязнителей на первом участке происходит на более дальние расстояния, чем на втором. Среди разнотравья – тысячелистник обыкновенный, одуванчик лекарственный и подорожник большой имеют самые высокие показатели зольности. Они являются рудералами и характерны для территорий со значительной рекреационной нагрузкой [3].

Для определения влияния выбросов железнодорожного транспорта на биологические особенности растений были отобраны 5 видов древесных, и 5 видов травянистых форм, видовой состав которых представлен в таблице 2, здесь же приведено содержание тяжелых металлов в фитомассе растений.

Анализ фитомассы растений, произрастающих вдоль полосы отвода железных дорог по станции Могилев 1 (таблица 2), показал, что самое высокое содержание таких тяжелых металлов, как Zn, Cr, Ni, Ti, Mn и V наблюдается среди древесных форм – у осины обыкновенной. У клена ясенелистного отмечено также высокое содержание Fe, Zn и V, у вяза мелколистного – Zn, Cr и V. Среди травянистых форм хорошо накапливают тяжелые металлы чистотел большой (Pb, Cu, Zn, Co, Ti, Mn) и сныть обыкновенная

(Fe, Cu, Co, Ni). Аналогичная картина накопления тяжелых металлов наблюдается у растений, произрастающих вблизи железнодорожного полотна на станции Реста (табл. 3).

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в фитомассе растений полосы отвода железных дорог по станции Могилев 1, мг/кг воздушно-сухого вещества

Вид	Тяжелые металлы									
	Fe	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Ti	Co	Mn	V
Древесные формы растений										
Клен ясенелистный (Acer negundo L.)	310,5	0,8	26,0	43,5	0,7	3,0	10,2	3,4	83,0	37,0
Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris L.)	162,3	0,8	7,4	29,8	4,2	3,9	73,1	0,6	64,3	0,7
Осина обыкновенная (Popul ustremula)	86,9	0,8	22,1	72,4	24,1	7,2	92,0	3,6	181,1	32,1
Дуб черешчатый (Quercus robur L.)	186,4	0,5	17,0	20,0	10,9	4,0	32,7	1,0	168,1	16,9
Вяз мелколистный (Ulmus pumila L.)	131,3	0,3	25,4	49,1	15,6	5,7	24,3	4,4	102,1	32,6
Травянистые формы растений										
Сныть обыкновенная (Aegorodium podagraria)	552,1	0,9	28,6	38,1	4,7	8,5	6,0	15,6	137,0	11,3
Одуванчик лекарственный (Taraxacum officinale L.)	314,7	1,1	25,4	29,1	7,2	7,2	3,2	12,8	98,9	15,2
Чистотел большой (Cheli doniummajus L.)	248,6	1,1	41,2	44,1	8,5	5,2	56,8	16,5	192,4	4,2
Подорожник большой (Plantago major L.)	228,6	1,1	38,6	25,1	6,2	3,9	5,0	9,2	126,1	15,2
Тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium)	382,8	0,7	25,4	28,1	0,9	5,1	5,7	15,2	121,3	23,1

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в фитомассе растений полосы отвода железных дорог по станции Реста, мг/кг воздушно-сухого вещества

Вид	Тяжелые металлы									
	Fe	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Ti	Co	Mn	V
Древесные формы растений										
Клен ясенелистный (Acer negundo L.)	295,6	0,8	26,0	42,6	0,6	2,8	10,0	3,2	83,0	37,0
Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris L.)	161,3	0,8	7,4	29,8	4,2	3,7	73,1	0,5	64,3	0,6
Осина обыкновенная (Popul ustremula)	84,9	0,8	22,1	72,4	24,0	7,0	90,7	3,3	181,0	32,0
Дуб черешчатый (Quercus robur L.)	185,4	0,5	17,0	19,9	10,5	3,9	32,2	1,0	167,1	16,8
Вяз мелколистный (Ulmus pumila L.)	130,3	0,3	25,4	48,1	15,2	5,7	24,3	4,2	102,1	32,5
Травянистые формы растений										
Сныть обыкновенная (Aegorodium podagraria)	548,2	0,9	28,1	37,2	4,3	8,4	5,9	15,4	136,1	11,2
Одуванчик лекарственный (Taraxacum officinale L.)	312,9	1,0	25,4	29,1	7,2	7,1	3,1	12,8	98,1	15,1
Чистотел большой (Cheli doniummajus L.)	240,9	1,1	41,2	44,2	8,5	5,2	56,4	16,4	192,3	4,1
Подорожник большой (Plantago major L.)	228,3	1,0	38,6	25,2	6,2	3,7	4,9	9,1	126,1	15,1
Тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium)	380,6	0,8	25,4	28,1	0,6	5,1	5,1	15,0	120,5	23,1

Анализируя содержание тяжелых металлов в фитомассе растений, произрастающих вдоль полосы отвода железных дорог на станции Могилев 1, выявлено, что высокое содержание железа наблюдается в фитомассе клена ясенелистного – в 2,6 раза превышает контроль, сныти обыкновенной – в 1,9 раза, тысячелистнике обыкновенном – в 2,5 раза соответственно.

Содержание свинца превышает значения контроля в фитомассе одуванчика лекарственного в 1,8 раза, чистотела большого – в 2,2 раза, подорожника большого – в 2,7 раза. Высокое содержание меди отмечено в растительных тканях сныти обыкновенной – в 3,7 раз выше значений контроля, чистотела

большого – в 9,4 раза, подорожника большого – в 8,6 раз соответственно. Концентрация цинка превышает значения контроля в фитопробах клена ясенелистного и вяза мелколистного – в 3 раза, осины обыкновенной – в 4,4 раза. Содержание остальных шести химических элементов (хрома, никеля, титана, кобальта, марганца, ванадия) в тканях растений, произрастающих вдоль железнодорожного полотна станции Могилев I, не отличается от таковых показателей контроля.

Полученные результаты позволяют судить о влиянии выбросов железнодорожного транспорта на биологические особенности растений, произрастающих вдоль железных дорог. Эти данные могут быть использованы в мониторинге окружающей среды Могилевской области.

Таблица 4 – Содержание тяжелых металлов в фитомассе контрольной группы растений, мг/кг воздушно-сухого вещества

Вид	Тяжелые металлы									
	Fe	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Ti	Co	Mn	V
Древесные формы растений										
Клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L.)	117,7	0,7	9,8	14,2	0,3	0,1	2,4	0,4	18,9	1,2
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	86,6	0,6	3,6	13,9	1,2	1,4	3,5	0,1	19,6	0,3
Осина обыкновенная (<i>Populus tremula</i>)	56,2	0,3	8,1	16,5	0,2	3,8	6,2	0,1	172,0	0,7
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	107,8	0,2	5,6	10,5	0,2	0,7	4,2	0,2	124,2	0,4
Вяз мелколистный (<i>Ulmus pumila</i> L.)	94,6	0,2	8,7	16,3	1,1	0,7	3,5	0,5	34,8	0,8
Травянистые формы растений										
Сныть обыкновенная (<i>Aegorodium podagraria</i>)	295,8	0,3	7,6	11,7	0,3	1,9	1,8	1,2	118,3	1,0
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> L.)	112,1	0,6	6,7	8,2	0,6	1,1	1,5	0,5	24,5	0,7
Чистотел большой (<i>Chelidonium majus</i> L.)	102,4	0,5	4,4	11,3	0,6	1,4	4,7	0,4	140,1	0,4
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	98,7	0,4	3,3	7,6	0,4	0,2	1,4	0,1	120,4	0,5
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>)	154,3	0,2	8,2	9,8	0,3	1,8	1,51	0,4	31,5	0,7

Накопление большинства тяжелых металлов в листьях древесных форм и в фитомассе травянистых растений не превышает среднего значения по области [4]. Частые превышения ПДК выявлены по содержанию в растениях Pb, Cu, Fe, Co, Cr и Zn.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мацуков, А.А. Эколого-экономический анализ воздействий предприятий железнодорожного транспорта на окружающую среду: дис. ... канд. техн. наук: Минск, 2004. – 164 с.
2. Дикань, В.Л. Экологические требования к объектам железнодорожного транспорта // В.Л. Дикань, А.Г. Дейнека, Л.А. Позднякова, И.Д. Михайлов, А.А. Каграманян: учебное пособие. – Харьков: ООО «Олант». – 2008. – С. 371-384.
3. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
4. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.