УДК 574:504.054

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЛИСТІ ДЕРЕВ І ЧАГАРНИКІВ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

В.П. Бессонова, І.А. Зайцева

Дніпропетровський державний аграрний університет

Исследовано накопление тяжелых металлов (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Pb) в листьях древесных растений, которые произрастают на территории промышленных предприятий разных отраслей производства. Установлены количественные изменения содержания тяжелых металлов в листьях в зависимости от типа производства и видовой специфики исследуемых растений. Определены виды растений, которые характеризуются высоким коэффициентом относительного накопления тяжелых металлов. Полученные данные можно использовать в качестве базовых для мониторинга загрязнения промышленных зон города, а также для создания санитарно-гигиенических насаждений в условиях техногенного загрязнения.

Промышленные предприятия, древесные растения, тяжелые металлы

ВСТУП

У сучасних умовах техногенної дії на навколишнє середовище найбільшій зміні піддається геохімія мікроелементів. Сучасна індустріальна діяльність створює новий тип геохімічних аномалій, що були названі В.А. Ковдою «неоаномаліями» або «антропоаномаліями» [7]. Простір, що займає техногенна аномалія, А.М. Перельман іменує техногенним ореолом розсіяння [10]. Для мобілізації природних ресурсів ландшафту на боротьбу із забрудненням середовища важливе значення має вивчення техногенних геохімічних бар'єрів, тобто ділянок ноосфери, де відбувається різке зменшення техногенної міграції і, як наслідок, концентрації елементів. Як площиний геохімічний бар'єр виступає рослинний покрив і верхні горизонти грунту [4, 10]. Поглинаючи значну кількість металів з грунту рослини сприяють його оздоровленню [2, 9], а враховуючи, що більшість із них можуть поглинатися листям [11, 15] – і оздоровленню атмосфери. У зв'язку з цим вивчення здатності до накопичення важких металів листям деревних рослин в умовах техногенного ореолу розсіяння представляється важливим для виявлення санітарно-гігієнічної ролі певних видів.

Разом з тим необхідно розвивати і поглиблювати систему знань і методів оцінки і прогнозу стану середовища з використанням рослин. Здатність рослин поглинати і накопичувати великі кількості металів із забрудненого повітря дозволяє використовувати їх як біологічні індикатори забруднення [6]. Тому необхідні пошуки рослин-моніторів різних систематичних і екологічних груп, що найчутливіше реагують на підвищення рівня важких металів шляхом накопичення їх у своїх органах і тканинах. Виходячи з цього мета даної роботи – вивчення накопичення ряду важких металів в листках деревних рослин в умовах техногенного забруднення різного походження.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У якості дослідних використовували наступні види деревних рослин: абрикос звичайний (*Armeniaca vulgaris* Lam.); айлант високий (*Ailanthus altissima* Mill.); бузина чорна (*Sambucus nigra* L.); береза повисла (*Betula pendula* Roth.); в'яз приземкуватий (*Ulmus pumila* L.); верба біла (*Salix alba* L.); гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.); клен сріблястий (*Acer saccharinum* L.); клен гостролистий (*Acer platanoides* L.); клен несправжньоплатановий (*Acer pseudoplatanus* L.); липа крупнолиста (*Tilia platyphilos* Scop.); горіх волоський (*Juglans regia* L.); робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.); горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.); тополя біла (*Populus alba* L.); тополя канадська (*Populus* × *canadensis* Moench.); бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.); яблуня домашня (*Malus domestica* Borkh.); ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Дослідні рослини росли в умовах різного типу промислових підприємств: пресів (АО «Дніпропрес»); буддеталей (завод «Буддеталь» тресту Дніпроспецбуд) і хімвиробів (Завод хімвиробів). Контрольні рослини зростали в умовно чистій зоні.

Проби листя відбирали з південно-східного боку середньої частини крони. Листя ретельно протирали вологим фільтрувальним папером від пилу і, щоб уникнути вимивання елементів, швидко обполіскували дистильованою водою. Озолення рослинного матеріалу проводили за загальноприйнятою методикою. Вміст важких металів визначали методом атомно-абсорбціонної

спектроскопії [13]. Дані обробляли статистично за допомогою пакету багатофункціональних програм «*Statistic for Windows*».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вміст заліза в листках усіх видів в умовах заводів зростає (табл. 1). За цим показником на першому місці знаходяться рослини, що ростуть на проммайданчику заводу пресів, потім ті, що ростуть на території заводів буддеталей і хімвиробів. За відносним накопиченням елементу (коефіцієнт накопичення) в листі рослин проммайданчику заводу пресів слід виділити такі як: тополя канадська, клен несправжньоплатановий, робінія звичайна, горобина звичайна, абрикос звичайний, тополя біла, ясен звичайний. У листках цих видів вміст заліза зростає більш ніж у три рази. Ці ж види відрізняються високим

Таблиця 1 – Вміст заліза в листках деревних рослин, мг/кг сухої маси і коефіцієнт накопичення

Вид рослини	Вміст Fe				Коефіцієнт накопичення		
	Контроль	Заводи			Заводи		
		хімвиробів	буддеталей	пресів	хімвиробів	буддеталей	пресів
Armeniaca vulgaris	110,2±2,1	180,5±3,4	210,9±4,2	389,6±5,6	1,62	1,90	3,53
Ailanthus altissima	250,1±4,2	340,6±6,9	325,6±5,9	472,4±6,8	1,36	1,30	1,88
Sambucus nigra	317,1±2,2	425,3±5,1	431,3±6,2	790,0±8,9	1,34	1,36	2,49
Betula pendula	145,5±2,1	210,7±5,3	390,6±5,6	426,2±9,2	1,44	2,6	2,74
Ulmus pumila	390,1±6,7	529,1±10,2	660,1±4,5	896,7±6,8	1,35	1,69	2,29
Salix alba	238,5±4,3	371,3±7,4	431,0±4,8	638,8±11,3	1,13	1,81	2,68
Aesculus hippocastanum	250,5±5,2	282,3±6,8	276,5±3,2	497,4±7,4	1,12	1,10	1,91
Acer saccharinum	450,2±3,6	535,3±6,9	790,3±4,2	1029,0±10,2	1,19	1,75	2,28
Acer platanoides	450,9±3,1	520,6±7,8	759,1±5,9	1199,2±16,2	1,15	1,68	2,65
Acer pseudoplatanus	347,8±4,3	525,1±11,2	940,4±6,1	1010,3±14,8	1,50	2,70	4,07
Tilia platyphilos	325,8±6,3	410,6±4,1	535,7±7,1	767,5±4,7	1,26	1,64	2,35
Juglans regia	282,4±2,5	301,2±2,2	500,3±4,8	620,3±5,6	1,06	1,77	2,19
Robinia pseudoacacia	229,2±4,8	305,6±7,1	459,7±6,8	709,6±8,3	1,55	2,19	3,39
Sorbus aucuparia	310,4±6,2	551,7±8,9	680,3±4,3	1096±10,6	1,77	2,19	3,53
Populus alba	352,9±7,9	522,3±8,2	633,6±2,6	1067,9±7,2	1,48	1,79	3,02
Populus x canadensis	270,0±8,6	390,5±4,3	510,0±4,3	959,5±5,9	1,44	1,88	3,58
Syringa vulgaris	298,6±6,2	325,3±5,6	412,0±6,2	520,6±4,9	1,08	1,37	1,74
Fraxinus excelsior	160,0±4,2	-	-	495,2±6,6	-	-	3,09

коефіцієнтом відносного накопичення елементу і в умовах інших підприємств.

Для рекомендацій асортименту деревних рослин санітарно-гігієнічного призначення великий інтерес становить не відносна здатність до накопичення, а абсолютне накопичення металу в листі. Характерно, що високим рівнем вмісту заліза в листках деревних рослин відмічаються: горобина звичайна, клен сріблястий, клен несправжньоплатановий, тополя біла, клен гостролистий, тополя канадська. Послідовність розміщення цих видів за рівнем здатності до накопичення важких металів в умовах різних типів підприємств може декілька змінюватися.

Кількість марганцю в умовах заводу хімвиробів в листках деревних рослин змінюється мало (табл. 2). При цьому відмінність між контролем і дослідом для більшості видів недостовірна. У листі деяких видів вміст марганцю в умовах підприємства декілька зростає (гіркокаштан звичайний, в'яз приземкуватий, верба біла, робінія звичайна, горобина звичайна), або знижується (тополя біла). В умовах заводу буддеталей вміст марганцю у листках також не змінюється у таких видів як абрикос звичайний і робінія звичайна, і декілька зростає – у айланта високого, клена несправжньо-платанового. У решти видів вміст цього металу в листі знижується в порівнянні з контролем. Зниження, імовірно, пов'язане з високим рівнем кальцію і магнію в грунті, які можуть виступати як антагоністи марганцю [1, 14]. Слід зазначити, що марганець не є компонентом цементу, або міститься в ньому в незначних кількостях [5, 8].

У листках рослин, що ростуть на території заводу пресів, кількість марганцю в порівнянні з контролем збільшується. Значний коефіцієнт відносного накопичення елементу характерний для листя абрикоса звичайного, клена несправжньоплатанового, робінії звичайної, яблуні домашньої. За абсолютним накопиченням елементу слід виділити такі види: бузина звичайна, клен гостролистий, клен несправжньоплатановий, тополя канадська, яблуня домашня.

Важливим фізіологічним показником є співвідношення заліза і марганцю. Для нормальної життєдіяльності у рослин повинне бути певне співвідношення між цими елементами. Відхилення від оптимальної величини призводить до порушення росту і зниження продуктивності рослин. Одні автори вважають, що при нестачі марганцю вже невеликі кількості закисного

Таблиця 2 – Вміст марганцю в листках деревних рослин, мг/кг сухої маси і коефіцієнт накопичення

Вид рослини	Вміст Mn				Коефіцієнт накопичення		
	Контроль	Заводи			Заводи		
		хімвиробів	буддеталей	пресів	хімвиробів	буддеталей	пресів
Armeniaca vulgaris	45,3±1,2	50,6±2,0*	49,4±1,2*	103,6±5,2	1,11	1,09	2,50
Ailanthus altissima	148,1±3,6	152,4±2,1*	169,9±1,2	273,9±4,1	1,02	1,14	1,85
Sambucus nigra	252,3±3,1	178,6±1,3	278,4±3,3	532,3±4,1	0,71	1,06	2,03
Betula pendula	88,4±1,2	91,5±1,4*	68,2±1,4	202,0±1,3	1,03	0,77	2,28
Ulmus pumila	163,2±2,6	196,2±2,1	140,4±1,6	398,4±5,6	1,2	0,85	2,43
Salix alba	150,2±2,3	172,2±2,6	120,0±1,2	428,0±3,7	1,14	0,80	2,85
Aesculus hippocastanum	120,4±1,4	138,6±4,1	98,2±2,6	293,3±4,6	1,15	0,81	2,44
Acer saccharinum	270,2±3,4	298,7±3,6*	210,4±2,9	411,0±7,8	1,10	0,77	1,52
Acer platanoides	212,5±2,6	202,2±2,3*	156,1±3,2	522,1±4,9	0,95	0,73	2,45
Acer pseudoplatanus	189,3±4,5	230,2±6,8	217,6±4,7	511,5±5,8	1,27	1,20	3,75
Tilia platyphilos	159,7±1,8	120,2±2,1*	120,2±2,1	360,5±5,8	0,95	0,75	2,26
Juglans regia	250,2±4,8	222,4±2,1*	222,4±2,1	324,3±5,6	1,04	0,88	2,09
Robinia pseudoacacia	167,9±1,6	152,0±3,2	152,0±3,2	412,9±4,7	1,13	0,91	3,66
Sorbus aucuparia	181,3±4,5	190,8±1,9*	140,3±1,9	331,1±4,3	1,05	0,77	1,81
Populus alba	167,9±2,4	154,2±4,1	154,2±4,1	434,0±7,1	0,89	0,91	2,59
Populus x canadensis	224,3±3,1	196,2±3,2	196,2±3,2	505,4±6,2	1,10	0,87	2,25
Syringa vulgaris	220,3±4,5	160,4±3,1	160,4±3,1	390,4±3,6	1,13	0,72	1,77
Malus domestica	198,3±4,2	-	-	499,5±5,2	1,13	-	2,51
Fraxinus excelsior	59,4±0,9	-	-	105,2±3,1	-	-	1,77

Примітка: * – відмінність порівняно з контролем не достовірна при 95 % довірливому інтервалі

заліза можуть бути токсичні; при надлишку марганцю залізо імобілізується в тканинах рослин у вигляді окисного органо-фосфорного заліза, внаслідок чого з'являються симптоми його нестачі [3]. Інші дослідники висловлюють припущення, що недолік марганцю створює умови для прояву конкурентних взаємовідносин між Mn^{3+} і трьох- і тим більше двовалентним железом активних центрів каталітичних систем рослин [12].

Співвідношення вмісту заліза і марганцю в листках досліджуваних видів в умовах різних підприємств змінюється (табл. 3).

Таблиця 3 – Відношення вмісту заліза до марганцю в листі деревних рослин

Вид рослини	Контроль	Заводи		
		хімвиробів	буддеталей	пресів
Armeniaca vulgaris	2,60	3,56	4,28	3,76
Ailanthus altissima	1,68	2,22	1,92	1,72
Sambucus nigra	1,65	2,38	5,72	2,10
Betula pendula	1,20	2,30	1,55	3,40
Ulmus pumila	2,38	2,69	4,70	2,20
Salix alba	1,54	2,47	3,59	1,49
Aesculus hippocastanum	2,08	2,34	2,81	1,69
Acer saccharinum	1,66	1,79	3,75	2,58
Acer platanoides	2,12	2,44	4,86	2,29
Acer pseudoplatanus	1,83	2,28	4,32	1,97
Tilia platyphilos	2,04	2,70	4,45	1,47
Juglans regia	1,13	1,15	2,24	1,18
Robinia pseudoacacia	1,36	1,61	1,71	1,35
Sorbus aucuparia	1.71	1,90	4,48	3,31
Populus alba	2,10	2,08	4,10	2,45
Populus x canadensis	1,20	1,59	2,60	1,89
Syringa vulgaris	1,35	1,30	2,52	1,33
Malus domestica	2,27	2,26	-	1,82
Fraxinus excelsior	2,79	-	-	2,80

В умовах заводу хімвиробів і буддеталей цей показник зростає. Понад усе співвідношення збільшується в умовах проммайданчика заводу буддеталей. Це пов'язано зі зниженням поглинання марганцю. Найбільш істотне збільшення показника відмічається для таких видів як абрикос звичайний, береза повисла, клен гостролистий, верба біла. В умовах заводу пресів для деяких видів показник зростає в порівнянні з контролем, у інших – трохи падає.

Вміст цинку в листках деревних рослин, що ростуть у техногенних умовах, збільшується в порівнянні з контрольним варіантом (табл. 4). За відносним накопиченням елементу слід виділити такі види як горіх волоський, абрикос звичайний, бузина чорна, ясен звичайний. Найбільш високим абсолютним вмістом цинку за умов різних підприємств характеризуються листки горіха волоського, тополі канадської, берези повислої, бузку звичайного. Порівняння вмісту елементу в листах деревних порід, що ростуть на ділянках різних підприємств, показує наступне. Його кількість у таких видів як в'яз приземкуватий, горіх волоський, верба біла, клен гостролистий і тополя канадська на проммайданчиках заводів буддеталей і пресів статистично не відрізняються. У абрикоса звичайного, берези повислої, клена сріблястого, клена несправжньоплатанового, тополі білої, липи крупнолистої і бузку звичайного вміст цинку вищий у рослин, що ростуть на території заводу пресів. Рослини, що ростуть, на проммайданчику заводу хімвиробів, накопичують цинку менше, ніж на інших підприємствах.

Вміст міді в листі ряду деревних рослин в умовах заводу хімвиробів зростає мало, а у таких видів, як береза повисла, гіркокаштан звичайний, робінія звичайна, тополя біла зміна її кількості статистично недостовірна стосовно контрольних значень (табл. 5).

У листках рослин, що ростуть на території заводів пресів і буддеталей, кількість міді зростає у всіх видів. У листках таких видів як айлант високий, верба біла, горіх волоський, тополя канадська відмінність у вмісті елементу в умовах заводів пресів і буддеталей статистично недостовірна. Найбільш високим коефіцієнтом відносного накопичення міді у листі характеризуються абрикос звичайний, яблуня домашня, бузина чорна, горіх волоський. За абсолютним накопиченням міді слід виділити такі види, як яблуня домашня, бузок звичайний, айлант високий, горіх волоський, бузина чорна.

– Питання біоіндикації та екології. – 2008. – Вип. 13, № 2 –

Таблиця 4 – Вміст цинку в листі деревних рослин, мг/кг сухої маси і коефіцієнт накопичення

Вид рослини	Вміст Zn				Коефіцієнт накопичення		
	Контроль	Заводи			Заводи		
		хімвиробів	буддеталей	пресів	хімвиробів	буддеталей	пресів
Armeniaca vulgaris	25,2±0,2	48,3±0,3	49,7±0,8	63,4±1,2	1,72	1,99	2,5
Ailanthus altissima	30,7±0,4	40,8±0,7	41,2±0,6	49,2±2,0	1,32	1,34	1,6
Sambucus nigra	31,1±1,4	55,9±0,8	66,3±1,4	82,4±2,6	1,80	2,13	2,64
Betula pendula	30,6±0,6	52,6±0,7	60,5±0,8	89,1±0,7	1,72	1,97	2,92
Ulmus pumila	15,4±0,9	30,4±1,2	24,2±0,6	24,1±1,2	1,97	1,57	1,56
Salix alba	30,0±0,4	38,1±1,1	58,3±0,9	56,7±0,8	1,26	1,94	1,89
Aesculus hippocastanum	29,8±0,7	34,8±0,4	48,6±1,8	42,7±1,4	1,16	1,63	1,43
Acer saccharinum	30,2±0,6	40,2±0,7	42,1±0,7	56,2±1,3	1,33	1,39	1,86
Acer platanoides	38,5±0,5	47,4±0,9	53,6±1,7	53,2±1,5	1,23	1,38	1,39
Acer pseudoplatanus	39,4±0,9	49,3±0,3	45,3±1,3	61,3±1,7	1,25	1,14	1,55
Tilia platyphilos	40,5±1,1	49,4±0,8	64,1±2,0	54,9±0,8	1,22	1,35	1,58
Juglans regia	40,7±1,1	80,1±1,6	99,4±1,4	100,5±1,2	1,96	2,44	2,46
Robinia pseudoacacia	25,6±0,6	38,1±0,6	51,7±0,8	58,2±0,9	1,49	1,98	2,27
Sorbus aucuparia	25,2±0,6	37,8±0,8	45,4±1,2	54,2±1,3	1,50	1,80	2,15
Populus alba	36,5±1,0	44,5±0,7	53,2±1,0	48,0±1,3	1,22	1,31	1,45
Populus x canadensis	47,7±0,8	68,6±1,0	99,2±1,6	94,2±1,2	1,43	1,97	2,07
Syringa vulgaris	49,4±2,0	69,2±2,3	65,3±1,3	90,6±2,7	1,40	1,32	1,83
Malus domestica	39,4±1,6	58,2±0,3	-	82,3±2,4	1,47	-	2,08
Fraxinus excelsior	15,6±0,9	-	-	52,1±1,9	-	-	3,38

Таблица 5 – Вміст міді в листках деревних рослин, мг/кг сухої маси і коефіцієнт накопичення

Вид рослини	Вміст Cu				Коефіцієнт накопичення		
	Контроль	Заводи			Заводи		
		хімвиробів	буддеталей	пресів	хімвиробів	буддеталей	пресів
Armeniaca vulgaris	9,8±0,2	11,3±0,2	21,2±0,6	24,6±0,4	1,15	2,16	2,15
Ailanthus altissima	15,2±0,4	18,9±0,5	26,2±0,6	28,3±0,1	1,24	1,72	1,84
Sambucus nigra	15,4±0,9	1,94±0,6	20,3±0,8	25,6±0,4	1,25	1,31	1,66
Betula pendula	9,4±0,3	10,2±0,3*	15,7±0,8	14,0±0,3	1,09	1,67	1,48
Ulmus pumila	8,4±0,2	9,6±0,8	16,3±0,9	16,9±1,2	1,14	1,92	1,93
Salix alba	6,2±0,2	8,9±0,6	11,0±0,7	12,2±0,4	1,43	1,77	1,96
Aesculus hippocastanum	7,8±0,4	8,4±0,4*	17,1±0,5	15,0±0,2	1,07	2,19	1,92
Acer saccharinum	10,2±1,3	14,2±1,2	19,2±1,4	21,2±1,0	1,39	1,88	2,07
Acer platanoides	12,2±0,3	15,4±0,4	17,7±0,3	16,3±0,6	1,26	1,45	1,33
Acer pseudoplatanus	7,5±0,2	9,0±0,6	13,77±1,2	14,85±0,9	1,20	1,83	1,98
Tilia platyphilos	10,0±0,5	13,1±0,3	19,9±0,2	18,8±0,3	1,31	1,99	1,88
Juglans regia	9,9±0,6	16,5±0,5	19,6±0,4	28,7±0,4	1,26	1,97	2,88
Robinia pseudoacacia	7,15±0,2	7,4±0,2*	15,0±0,3	11,0±0,3	1,04	2,11	1,57
Sorbus aucuparia	8,9±0,3	10,1±0,5	17,0±0,5	18,5±0,4	1,13	1,91	2,07
Populus alba	18,4±0,4	19,7±0,1	20,2±0,6	24,1±0,2	1,07	1,09	1,30
Populus x canadensis	11,0±0,3	12,0±0,2	12,8±0,2	12,6±0,3	1,09	1,16	1,14
Syringa vulgaris	20,4±0,6	14,4±0,9	25,1±0,9	29,6±1,2	0,7	1,23	1,45
Malus domestica	9,1±0,9	12,2±0,8	-	26,7±1,3	1,34	-	2,86
Fraxinus excelsior	10,4±0,9	-	-	19,3±1,2	-	-	1,87

Примітка: * – відмінність порівнянно з контролем статистично недостовірна

– Питання біоіндикації та екології. – 2008. – Вип. 13, № 2 –

Кількість молібдену в листках рослин, що ростуть в техногенних умовах, також збільшується. Слід зазначити, що аналіз табл. 6 не дозволяє зробити висновок про переважне накопичення елементу в листках деревних видів в умовах будь-якого підприємства (пресів, буддеталей або хімвиробів). Так, у айланта високого і горіха волоського відмінність у накопиченні молібдену в органах асиміляції на підприємствах лежить у межах помилки. Практично однакова кількість елементу фіксується в листках верби білої, гіркокаштана звичайного, тополі канадської в умовах заводу пресів і хімвиробів, а робінії звичайної – за умов заводів буддеталей і пресів. Високий рівень молібдену відмічається в листках горобини звичайної, бузини чорної, в'яза приземкуватого, абрикоса звичайного, айланта високого, тополі білої. Ці ж види відрізняються і вищим абсолютним накопиченням цього елементу в умовах підприємств. Високий коефіцієнт відносного накопичення молібдену характерний для бузини чорної, берези повислої, липи крупнолистої, яблуні домашньої.

У таких видів як верба біла, гіркокаштан звичайний, липа крупнолиста, в'яз приземкуватий, тополя канадська, робінія звичайна, бузок звичайний і яблуня домашня, що ростуть на проммайданчику заводу хімвиробів, вміст свинцю в листках стосовно умовно чистої зони збільшується (табл. 7). У решти видів кількість елементу в цих органах в умовах данного заводу в порівнянні з контролем не змінюється.

У листках одних видів, як тополя канадська, гіркокаштан звичайний, верба біла, береза повисла, більше свинцю накопичується в листі за умов заводу буддеталей, у інших, як бузина чорна, в'яз приземкуватий, бузок звичайний, тополя біла, робінія звичайна, горіх волоський – за умов заводу пресів.

За абсолютним накопиченням свинцю слід виділити такі види як: бузина чорна, тополя біла, горіх волоський, клен гостролистий, бузок звичайний; за відносним – абрикос звичайний, верба біла, горіх волоський, тополя канадська, бузок звичайний, бузина чорна.

Таким чином, ріст і розвиток рослин у техногенних умовах призводить до зміни кількості важких металів в листках деревних рослин. Проте рівень вмісту, характер змін визначається типом виробництва і видовою специфікою рослин. Вміст таких елементів як залізо, цинк, молібден, мідь і свинець зростає

Таблица 6 – Вміст молібдену в листі деревних рослин, мг/кг сухої маси і коефіцієнт накопичення

Вид рослини	Вміст Mo				Коефіцієнт накопичення		
	Контроль	Заводи			Заводи		
		хімвиробів	буддеталей	пресів	хімвиробів	буддеталей	пресів
Armeniaca vulgaris	3,1±0,02	4,9±0,21	6,3±0,24	6,4±0,16	1,58	2,03	2,06
Ailanthus altissima	3,8±0,03	4,5±0,11	4,7±0,03	5,0±0,20	1,18	1,33	1,31
Sambucus nigra	3,1±0,09	4,4±0,08	4,6±0,07	8,4±0,32	1,40	1,48	2,70
Betula pendula	0,9±0,01	1,6±0,07	1,4±0,03	2,5±0,14	1,77	1,55	2,77
Ulmus pumila	4,8±0,11	5,4±0,06	5,7±0,09	7,0±0,27	1,12	1,18	1,84
Salix alba	2,7±0,04	4,1±0,06	3,3±0,09	4,2±0,03	1,51	1,22	1,55
Aesculus hippocastanum	1,7±0,02	2,8±0,08	2,3±0,06	2,8±0,06	1,64	1,35	1,64
Acer saccharinum	1,9±0,20	3,2±0,10	2,9±0,11	3,6±0,17	1,70	1,55	1,89
Acer platanoides	2,6±0,03	4,8±0,09	2,7±0,04	4,4±0,07	1,84	1,03	1,69
Acer pseudoplatanus	2,2±0,31	4,0±0,10	2,9±0,11	4,9±0,06	1,82	1,63	2,22
Tilia platyphilos	0,7±0,009	1,9±0,04	1,8±0,03	3,1±0,08	2,71	2,57	4,42
Juglans regia	3,4±0,01	3,5±0,22	6,0±0,04	7,1±0,11	1,45	1,66	1,70
Robinia pseudoacacia	2,0±0,09	3,8±0,21	2,5±0,02	2,4±0,04	1,90	1,25	1,20
Sorbus aucuparia	4,6±0,22	8,5±0,24	7,4±0,12	9,4±0,08	1,85	1,60	2,04
Populus alba	4,2±0,03	5,3±0,11	4,9±0,01	6,6±0,26	1,26	1,16	1,57
Populus x canadensis	0,7±0,007	1,6±0,07	1,2±0,02	1,8±0,17	2,28	1,71	2,57
Syringa vulgaris	1,8±0,01	2,9±0,06	2,8±0,03	3,8±0,12	1,61	1,51	2,11
Malus domestica	1,3±0,08	1,8±0,02	-	3,4±0,11	1,38	-	2,61
Fraxinus excelsior	1,4±0,11	-	-	2,4±0,06	-	-	1,11

– Питання біоіндикації та екології. – 2008. – Вип. 13, № 2 –

Таблиця 7 – Вміст свинцю в листі деревних рослин, мг/кг сухої маси і коефіцієнт накопичення

Вид рослини	Вміст Pb				Коефіцієнт накопичення		
	Контроль	Заводи			Заводи		
		хімвиробів	буддеталей	пресів	хімвиробів	буддеталей	пресів
Armeniaca vulgaris	1,3±0,04	1,4±0,03	5,6±0,07	5,9±0,04	1,07	4,30	4,53
Ailanthus altissima	4,0±0,08	4,3±0,07	5,6±0,06	5,8±0,06	1,07	1,40	1,45
Sambucus nigra	4,9±0,6	8,1±0,28	9,6±0,80	21,0±2,4	1,65	1,95	4,30
Betula pendula	0,8±0,08	0,9±0,01	2,2±0,07	1,8±0,04	1,12	2,68	2,25
Ulmus pumila	1,8±0,41	2,9±0,06	5,3±0,2	6,9±0,09	1,61	2,94	3,83
Salix alba	2,0±0,02	2,6±0,02	9,1±0,11	8,0±0,12	1,24	4,43	4,01
Aesculus hippocastanum	2,3±0,02	3,5±0,04	5,3±0,04	6,0±0,02	1,50	2,30	2,60
Acer saccharinum	3,0±0,00	4,4±0,12	6,6±0,15	9,6±1,20	1,46	2,20	3,20
Acer platanoides	5,0±0,05	4,9±0,04	12,0±0,02	11,1±0,11	0,98	2,4	2,22
Acer pseudoplatanus	2,3±0,04	3,2±0,05	4,8±0,17	6,8±0,2	1,39	2,08	2,95
Tilia platyphilos	2,3±0,04	3,5±0,02	3,5±0,03	3,4±0,06	1,48	1,52	1,47
Juglans regia	8,5±0,18	8,9±0,18	12,3±0,11	14,3±0,13	1,04	1,44	3,57
Robinia pseudoacacia	3,0±0,14	5,1±0,12	10,9±0,21	9,4±0,11	1,70	3,63	3,12
Sorbus aucuparia	1,5±0,09	3,1±0,08	4,95±0,18	5,4±0,13	2,06	3,26	3,60
Populus alba	5,2±0,06	5,0±0,03	11,1±0,16	16,6±0,2	0,96	2,13	3,20
Populus x canadensis	0,7±0,04	1,1±0,03	3,3±0,02	3,9±0,06	1,52	4,71	5,57
Syringa vulgaris	3,3±0,11	5,6±0,02	7,9±0,18	13,5±1,2	1,69	2,39	4,09
Malus domestica	1,9±0,11	2,9±0,03	-	6,2±0,31	1,51	-	3,26
Fraxinus excelsior	1,3±0,09	-	-	3,92±0,25	-	-	3,02

в листках рослин, що зростають на території всіх трьох підприємств, на території яких проводилися досліди. Хоча необхідно відзначити, що кількість міді і свинцю в умовах заводу хімвиробів збільшується не у всіх рослин. Кількість марганцю підвищується в листках рослин, що ростуть на проммайданчику заводу пресів і у ряду рослин – на проммайданчику заводу хімвиробів. В умовах заводу буддеталей спостерігається деяке зниження вмісту цього елементу в листі. Найбільш інформативними видами рослин щодо забруднення середовища залізом є – клен несправжньоплатановий, робінія звичайна, горобина звичайна, абрикос звичайний, верба біла, ясен звичайний; марганцем – абрикос звичайний, клен несправжньоплатановий, робінія звичайна, яблуня домашня, верба біла; цинком – горіх волоський, абрикос звичайний, бузина чорна, ясен звичайний; міддю – абрикос звичайний, яблуня домашня, бузина чорна, горіх волоський; свинцем – абрикос звичайний, бузина чорна, тополя канадська, бузок звичайний, верба біла, горіх волоський; молібденом – бузина чорна, береза повисла, липа крупнолиста, яблуня домашня. Ці види характеризуються високими коефіцієнтами відносного накопичення важких металів. Виходячи із специфіки абсолютного накопичення мікроелементів листям вивчених видів рослин і їх толерантністю в умовах підприємств, можна рекомендувати види з більшою місткістю поглинання для санітарно-гігієнічних насаджень в умовах техногенних територій.

Отримані дані можна використовувати як базові для моніторингу забруднення промислових зон міста, як відправні точки при відліку техногенного рівня забруднення територій.

У подальшому перспективним вважаємо дослідження накопичення в листках деревних рослин лужних елементів і фосфору.

ВИСНОВКИ

1. Ріст і розвиток рослин у техногенних умовах призводить до зміни кількості важких металів в листках деревних рослин. Рівень вмісту і характер змін визначається типом виробництва і видовою специфікою рослин.
2. Найбільш інформативними видами рослин щодо забруднення середовища залізом є – клен несправжньоплатановий, робінія звичайна, горобина

звичайна, абрикос звичайний, верба біла, ясен звичайний; марганцем – абрикос звичайний, клен несправжньоплатановий, робінія звичайна, яблуня домашня, верба біла; цинком – горіх волоський, абрикос звичайний, бузина чорна, ясен звичайний; міддю – абрикос звичайний, яблуня домашня, бузина чорна, горіх волоський; свинцем – абрикос звичайний, бузина чорна, тополя канадська, бузок звичайний, верба біла, горіх волоський; молібденом – бузина чорна, береза повисла, липа крупнолиста, яблуня домашня. Вказані види мають високі показники коефіцієнту накопичення цих важких металів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Берзиня А.Я. Влияние выбросов пыли цементного завода на химический состав растений // Загрязнение природной среды кальцийсодержащей пылью. – Рига: Зинатне, 1985. – С. 39–48.*
2. *Бессонова В.П., Лыженко И. И. Динамика микроэлементов в листьях древесных и кустарниковых пород в условиях промышленного предприятия. Днепропетровск, 1985. Деп. в ВИНИТИ, № 4516. – 42 с.*
3. *Власюк П.А., Климовицкая З.М. Физиологическое значение марганца для роста и развития растений. – М.: Колос, 1969. – 126 с.*
4. *Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // Биохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 99–118.*
5. *Жуковская С.С., Коган Н.П., Водолаженко Н.И. Быстрый метод подготовки цементного сырья для химического анализа // Цемент. – 1962. – № 2. – С. 13–14.*
6. *Клименко М.О., Прищепа А.М. Моніторинг довкілля. – К.: Академія, 2006. – 360 с.*
7. *Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком // Биохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 19–86.*
8. *Кривошеев М.В., Журавлев В.М. Установка фильтра подогревателя и способ подачи пыли в печь // Цемент. – 1962. – № 2. – С. 18–19.*
9. *Пельтихина Р.И., Тарабарин З.П. Аккумуляция микроэлементов при избыточном содержании их в окружающей среде растениями // Учен. зап. Перм. гос. ун-та. – 1975. – № 135. – С. 91–102.*

10. *Перельман А.И. Геохимия биосферы и ионосферы // Биохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 86–88.*
11. *Пьянников В.Т. Некоторые особенности поступления веществ в листья при внекорневом поглощении // Сб. работ по селекции и агротехнике плодовых и ягодных культур. Россошанск. Плодово-ягодная опытная станция, 1975. – Т. 4. – С. 180–187.*
12. *Рубин В.А., Чернавина И.А., Карташева В.К. Некоторые особенности обмена при Fe-Mn-хлорозе // Физиология растений. – 1962. – Т. 9, №. 6. – С. 48–53.*
13. *Славин В.А. Атомно-абсорбционная спектроскопия. – Л.: Химия, 1971. – 295 с.*
14. *Школьник М.Н. Микроэлементы в питании растений // Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – С. 128–216.*
15. *Lagerwerff J.V., Armiger W.H., Specht A.W. Uptake of lead by alfalfa and corn from soil and air // Soil Sci. – 1973. – 115, № 6. – P. 445–460.*

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN LEAVES OF ARBOREAL PLANTS IN THE CONDITIONS OF DIFFERENT INDUSTRIAL CONTAMINATIONS

V.P. Bessonova, I.A. Zaytseva

The accumulation of heavy metals (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Pb) in leaves of arboreal plants which grow on territory of different industrial enterprises has been studied. The content of heavy metals in leaves depending on industrial pollution provenance and specificity plant species was established. The plant species which have high coefficient of heavy metals accumulation was determined. Obtained data can be used as basic for monitoring of city areas and also for creation of the sanitary barrier with arboreal plants.

УДК 574:504.054

Бессонова В.П., Зайцева І.А. Вміст важких металів у листі дерев і чагарників в умовах техногенного забруднення різного походження // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вип. 13, № 2. – С. 62–77.

– Питання біоіндикації та екології. – 2008. – Вип. 13, № 2 –

Досліджено накопичення важких металів (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Pb) у листках деревних рослин, що ростуть на території промислових підприємств різних галузей виробництва. Встановлено кількісні зміни вмісту важких металів в листках в залежності від типу виробництва і видової специфіки досліджуваних рослин. Визначено види рослин, які характеризуються високим коефіцієнтом відносного накопичення важких металів. Отриманні дані можна використовувати як базові для моніторингу забруднення промислових зон міста, а також для створення санітарно-гігієнічних насаджень в умовах техногенного забруднення.

Бібл. 15. Табл. 7.