

Заключение. Анализ производственно-природных отношений территорий населенных пунктов регионов российского Дальнего Востока позволяет сделать следующие выводы:

- регионы РДВ по-прежнему остаются регионами ресурсной ориентации;
- в связи с сохранением производственной специализации городов РДВ антропогенное воздействие в перспективе в них будет усиливаться;
- среди городов имеются различия как по отдельным составляющим, так и по усредненному показателю экологического состояния, но для всей территории РДВ оно определяется прежде всего загрязнением воды и воздуха;
- в регионах РДВ имеются территории, на которых необходимо либо частичное, либо полное ограничение имеющейся хозяйственной деятельности для снижения антропогенного воздействия;
- основным направлением в оптимизации производственно-природных отношений и, как следствие, в улучшении экологического состояния городов РДВ и региона в целом должны быть соответствующее финансирование природоохранных мероприятий, необходимая на исследуемый период структура инвестиций в ООС и современная система технологических процессов производства, очистки и утилизации отходов.

Литература

1. Колесников С.И. Экономика природопользования: учеб.-метод. пособие. – Ростов-н/Д, 2000. – С. 14–15.
2. Никитин Ю.П., Татарина О.В. Демография долгожительства в Сибири и на Дальнем Востоке // Проблемы здоровья населения Крайнего Севера в новых экономических условиях. – Новосибирск, 1995. – С.9–11.
3. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 670 с.
4. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов / ФСГС. – М., 2011. – 397 с.
5. Степанько Н.Г. Экологическое состояние городов Приморского края // Герценовские чтения: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2011. – С. 176–178.
6. Степанько Н.Г., Мошков А.В. Природно-ресурсные и экологические факторы в развитии территориальных хозяйственных структур // Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков: в 3 т. Т.3. Территориальные социально-экономические структуры. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – С. 99–111.



УДК 504

Л.В. Копылова

ФОЛИАРНОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ*

В статье приводятся данные по изучению особенностей накопления тяжелых металлов в листьях древесных растений, используемых в озеленении урбанизированных территорий Восточного Забайкалья.

Ключевые слова: тяжелые металлы, древесные растения, окружающая среда, техногенное загрязнение, фолиарное поглощение.

L.V. Kopylova

FOLIAR INFLOW OF HEAVY METALS INTO ARBOREOUS PLANTS

The research data on the peculiarities of heavy metal accumulation in the leaves of arboreous plants used in the urbanized area landscape gardening in Eastern Transbaikalia are given in the article.

Key words: heavy metals, arboreous plants, environment, anthropogenic pollution, foliar absorption.

Введение. В настоящее время возрастающее техногенное загрязнение окружающей среды является существенной причиной ухудшения экологической обстановки урбанизированных территорий. В биосфере циркулирует большое количество ксенобиотиков техногенного происхождения, многие из которых имеют высокую токсичность. Наиболее токсичными считаются тяжелые металлы (ТМ). Немалое значение приобретает поступление ТМ в составе газообразных выделений и дымов, а также в виде техногенной пыли в расте-

* Работа выполнена в рамках Государственного задания вузу Минобрнауки РФ (№ 4.3758.2011).

ния через листовую поверхность (фолиарное). В природных ландшафтах накопление ТМ растениями зависит от свойств системы «почва-растение», на урбанизированных территориях с повышением техногенного воздействия рассматривается система «почва-растение-атмосферный воздух», так как нарушается существующая связь между содержанием ТМ в почве и растениях за счет значительной доли участия атмосферных загрязнителей [3, 4, 6, 11].

Цель и задачи исследований. Определить содержание и изучить особенности накопления некоторых ТМ в листьях древесных растений в условиях техногенного загрязнения окружающей среды.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили широко используемые в озеленении урбанизированных территорий виды древесных растений: *Populus balsamifera* L., *Caragana arborescens* Lam., *Ulmus pumila* L., *Malus baccata* (L.) Borkh. [7–10]. Исследования проводились на территории Восточного Забайкалья на участках, отличающихся уровнем загрязнения: в п. Первомайский (Шилкинский район), п. Новоорловск (Агинский район), на территории которых расположены ГОКи (горнорудные разработки ведутся открытым способом добычи руды); в г. Чита, где основными источниками загрязнения являются ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, автомобильный, железнодорожный, авиатранспорт, предприятия по изготовлению строительных материалов, осадки сточных вод, сжигание бытовых отходов; в с. Беклемишево – условно чистый (фоновый) участок (Читинский район). Отбор образцов и их подготовка к элементному анализу осуществлялись по общепринятым методикам [5]. Определение содержания ТМ (Fe, Ti, Mn, Sr, Rb, Zn, Cr, Cu, Ni) в золе растений выполнено методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на спектрометре S4 Pioneer (Bruker AXS, Germany) на базе лаборатории рентгеновских методов анализа Института геохимии СО РАН г. Иркутска. Повторность опыта трехкратная.

Результаты исследований. На основании полученных данных, представленных в таблице, был проведен поэлементный сравнительный анализ по накоплению ТМ в листьях изучаемых видов древесных растений.

Таблица 1

**Среднее содержание тяжелых металлов в листьях древесных растений
в зависимости от видовой принадлежности, мг/кг**

Металл	Участок	<i>Populus balsamifera</i> L.	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	<i>Ulmus pumila</i> L.	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.	Норма, ПДК ФК, КК (по Прохоровой, 1998)
1	2	3	4	5	6	7
Fe	п. Первомайский	186,7 ± 4,23	201,5 ± 5,14	127,7 ± 2,78	567,0 ± 10,15	Норма 20,0–300,0 КК 750,0
	п. Новоорловск	250,3 ± 5,50	170,0 ± 3,78	119,5 ± 2,93	–	
	г. Чита	150,0 ± 3,51	220,0 ± 4,45	160,0 ± 3,39	173,3 ± 3,35	
	Фоновый	130,0 ± 3,21	130,0 ± 3,06	140,0 ± 3,61	130,0 ± 3,00	
Sr	п. Первомайский	128,3 ± 3,11	85,0 ± 2,37	77,3 ± 2,08	155,0 ± 3,57	Норма 113,0
	п. Новоорловск	116,7 ± 3,29	74,5 ± 2,20	92,5 ± 2,37	–	
	г. Чита	185,0 ± 4,01	157,0 ± 3,71	122,0 ± 3,11	137,0 ± 3,07	
	Фоновый	89,0 ± 2,52	88,0 ± 2,31	95,0 ± 2,65	88,0 ± 2,89	
Mn	п. Первомайский	111,0 ± 3,02	73,0 ± 2,20	24,7 ± 1,23	64,0 ± 2,37	Норма 25,0–250,0 ФК 500,0
	п. Новоорловск	168,7 ± 3,91	51,5 ± 2,13	27,5 ± 1,34	–	
	г. Чита	90,0 ± 2,46	109,5 ± 2,85	25,3 ± 1,04	43,0 ± 1,78	
	Фоновый	101,0 ± 2,65	32,0 ± 1,53	78,0 ± 2,00	32,0 ± 1,00	
Zn	п. Первомайский	156,0 ± 3,85	21,0 ± 1,08	23,3 ± 1,11	54,0 ± 2,42	ПДК 150,0–300,0 ФК 400,0
	п. Новоорловск	117,3 ± 2,83	24,0 ± 1,08	26,0 ± 1,15	–	
	г. Чита	147,3 ± 3,33	21,0 ± 0,87	28,3 ± 1,40	18,7 ± 0,79	
	Фоновый	39,0 ± 1,53	16,0 ± 0,58	20,0 ± 1,00	16,0 ± 0,58	
Ti	п. Первомайский	16,6 ± 0,84	13,5 ± 0,61	11,0 ± 0,46	63,5 ± 1,63	Норма 0,15–80,0
	п. Новоорловск	22,0 ± 1,12	12,0 ± 0,64	9,5 ± 0,49	–	
	г. Чита	14,3 ± 0,69	20,5 ± 1,07	16,0 ± 0,72	17,3 ± 0,86	
	Фоновый	5,0 ± 0,25	9,0 ± 0,47	8,0 ± 0,38	9,0 ± 0,42	

1	2	3	4	5	6	7
Rb	п. Первомайский	8,3 ± 0,43	6,0 ± 0,23	7,0 ± 0,36	9,0 ± 0,47	-
	п. Новоорловск	7,0 ± 0,32	6,0 ± 0,28	3,5 ± 0,17	-	
	г. Чита	5,7 ± 0,24	4,5 ± 0,19	5,0 ± 0,22	3,7 ± 0,17	
	Фоновый	7,0 ± 0,35	5,0 ± 0,25	4,0 ± 0,17	5,0 ± 0,26	
Cu	п. Первомайский	6,7 ± 0,32	7,0 ± 0,35	5,3 ± 0,25	5,5 ± 0,28	ПДК 15,0–20,0
	п. Новоорловск	6,3 ± 0,30	8,0 ± 0,34	4,5 ± 0,19	-	
	г. Чита	5,3 ± 0,27	6,0 ± 0,28	4,7 ± 0,22	5,0 ± 0,24	
	Фоновый	4,0 ± 0,17	5,0 ± 0,26	3,0 ± 0,12	5,0 ± 0,26	
Cr	п. Первомайский	3,0 ± 0,11	2,8 ± 0,12	2,6 ± 0,14	7,4 ± 0,41	Норма 1,3 ПДК 1,0–2,0
	п. Новоорловск	3,0 ± 0,12	2,6 ± 0,13	2,6 ± 0,15	-	
	г. Чита	2,3 ± 0,10	3,5 ± 0,15	2,3 ± 0,09	2,0 ± 0,09	
	Фоновый	2,0 ± 0,06	2,0 ± 0,08	1,0 ± 0,06	2,0 ± 0,09	
Ni	п. Первомайский	2,7 ± 0,11	2,0 ± 0,08	2,7 ± 0,10	3,5 ± 0,17	ПДК 20,0–30,0 ФК 80,0–100,0
	п. Новоорловск	2,6 ± 0,10	2,0 ± 0,09	2,0 ± 0,08	-	
	г. Чита	2,0 ± 0,09	2,5 ± 0,09	2,3 ± 0,11	2,0 ± 0,08	
	Фоновый	2,0 ± 0,09	2,0 ± 0,10	3,0 ± 0,10	2,0 ± 0,08	

Примечание: ПДК – предельно допустимая концентрация; ФК – фитотоксичная концентрация; КК – критическая концентрация; «-» нет данных.

По экспериментальным данным (рис. 1), максимальное количество **железа** накапливается в листьях *M. baccata* – 567,0 мг/кг сухого вещества – в п. Первомайский. Наибольшие концентрации металла отмечаются в листьях *P. balsamifera* – 250,3 мг/кг сухого вещества – в п. Новоорловске, в листьях *S. arborescens* – 220,0 мг/кг сухого вещества – в г. Чите. Наименьшие – в листьях *U. pumila* – 119,5 мг/кг сухого вещества – в п. Новоорловске. Для *P. balsamifera*, *S. arborescens* прослеживается превышение фоновых концентраций в 1,1–1,9 раза на всех исследуемых участках. Для *U. pumila* превышение значений фоновой концентрации отмечается только в г. Чите – в 1,1 раза. Для *M. baccata* превышение фона составляет 1,3–4,4 раза в г. Чите и п. Первомайский. Нормальное содержание железа для растений определено от 20,0 до 300,0 мг/кг сухого вещества [1, 6]. По данным наших исследований, содержание железа в листьях *M. baccata* – 567,0 мг/кг сухого вещества – в п. Первомайский выходит за пределы нормы.

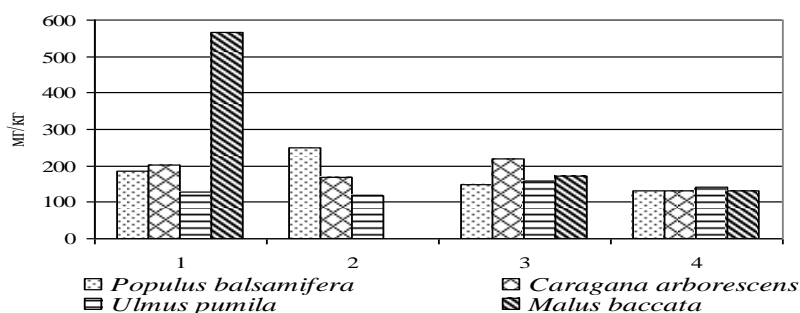


Рис. 1. Среднее содержание железа в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фоновый участок

ПДК железа для растений не установлена, критической является концентрация 750,0 мг/кг сухого вещества, в изучаемых видах древесных растений она не превышена ни на одном из исследуемых участков. Превышение фоновых значений по содержанию железа в листьях *P. balsamifera* на участках с техногенным воздействием, вероятно, связано с увеличением атмосферного поступления элемента в окружающую среду.

Максимальная концентрация **стронция** отмечена в листьях *P. balsamifera* – 185,0 мг/кг сухого вещества (рис. 2) и листьях *S. arborescens* – 157,0 в г. Чите, в листьях *M. baccata* – 155,0 мг/кг сухого вещества и листьях *P. balsamifera* – 128,3 мг/кг сухого вещества в п. Первомайский, чуть меньшая в листьях *U. pumila* – 122,0 мг/кг сухого вещества – в г. Чите. Минимальное содержание стронция отмечено в листьях *S. arborescens* – 74,5 мг/кг сухого вещества – в п. Новоорловске. Следует отметить, что для *P. balsamifera* прослежива-

ется превышение значений фонового участка в 1,3–2,1 раза на всех исследуемых участках. Для *M. baccata* превышение фоновых значений составляет 1,6–1,8 раза в п. Первомайский и г. Чите. Содержание стронция в листьях *U. pumila* в г. Чите выше фона в 1,8 раза.

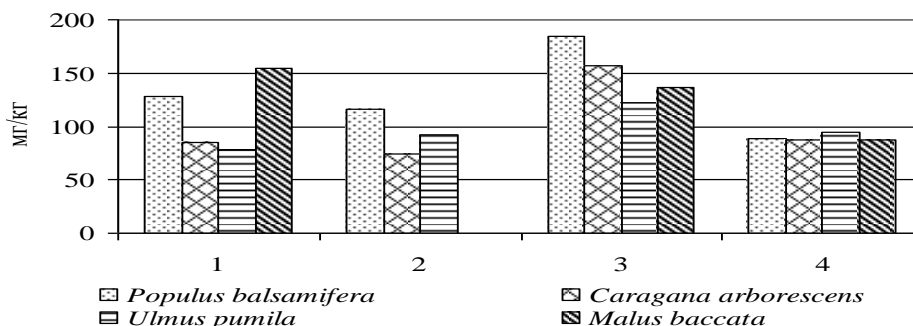


Рис. 2. Среднее содержание стронция в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фоновый участок

Нормальное содержание стронция в растениях – 113,0 мг/кг сухого вещества [1]. Прослеживается превышение нормы в листьях *P. balsamifera* на исследуемых участках в п. Первомайский, п. Новоорловске и г. Чите, в листьях *M. baccata* в п. Первомайский и г. Чите, в листьях *C. arborescens* и *U. pumila* только в г. Чите.

На рисунке 3 видно, что максимальное количество марганца накапливается в листьях *P. balsamifera* – 168,7 мг/кг сухого вещества – в п. Новоорловске. Высокое значение отмечается у этого же вида – 111,0 мг/кг – в п. Первомайский и у *C. arborescens* – 109,5 мг/кг сухого вещества в г. Чите. Минимальное содержание марганца прослеживается в листьях *U. pumila* – 24,7 мг/кг – в п. Первомайский. Для *P. balsamifera* концентрация марганца в листьях превышает фоновые значения на участке в п. Новоорловске в 1,7 раза, для *C. arborescens* в 1,6–3,4 раза на всех исследуемых участках, для *M. baccata* в 1,3–2 раза в п. Первомайский и г. Чите. Следует отметить, что содержание марганца в листьях *U. pumila* на участках в п. Первомайский – 24,7 мг/кг сухого вещества, п. Новоорловске – 27,5 мг/кг сухого вещества и г. Чите – 25,3 мг/кг сухого вещества ниже, чем на фоновом участке, – 78,0 мг/кг. Для всех изучаемых нами видов древесных растений концентрация марганца не выходит за пределы нормы, составляющей 25,0–250,0 мг/кг сухого вещества [6].

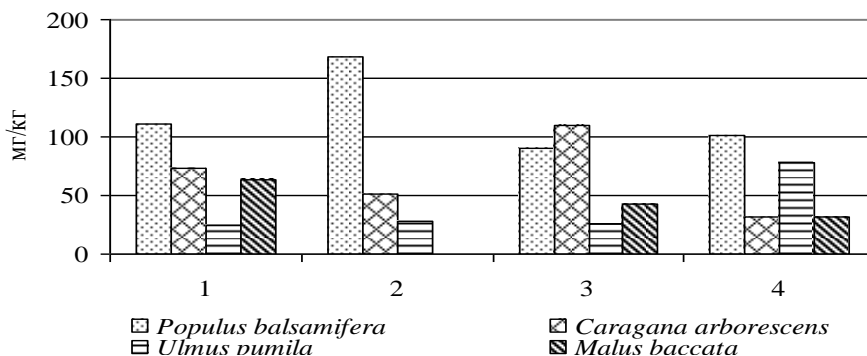


Рис. 3. Среднее содержание марганца в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фоновый участок

ПДК марганца для растений не установлена, известна фитотоксичная концентрация элемента для древесных растений – 500,0 мг/кг сухого вещества [1] – и она не превышена ни на одном из исследуемых участков.

На рисунке 4 показано, что максимальная концентрация цинка выявлена в листьях *P. balsamifera* – 156,0 мг/кг сухого вещества – в п. Первомайский, 147,3 мг/кг сухого вещества – в г. Чите, 117,3 мг/кг сухого вещества – в п. Новоорловске, минимальная концентрация прослеживалась в листьях *C. arborescens* и *M. baccata* – 16,0 мг/кг сухого вещества на фоновом участке. Следует отметить, что среди исследуемых древесных видов в листьях *P. balsamifera* цинк накапливается в больших количествах. Превышение фоновой концентрации цинка отмечено в листьях *P. balsamifera* в 3–4 раза на всех исследуемых участках. Для *C. arborescens* прослеживается превышение фоновых значений в 1,3–1,5 раза, для *U. pumila* в 1,2–1,4 раза также на всех участках. Для *M. baccata* превышение фона в 1,2–3,4 раза отмечается в п. Первомайский и г. Чите. ПДК цинка в растениях определена в интервале от 150,0 до 300,0 мг/кг сухого вещества.

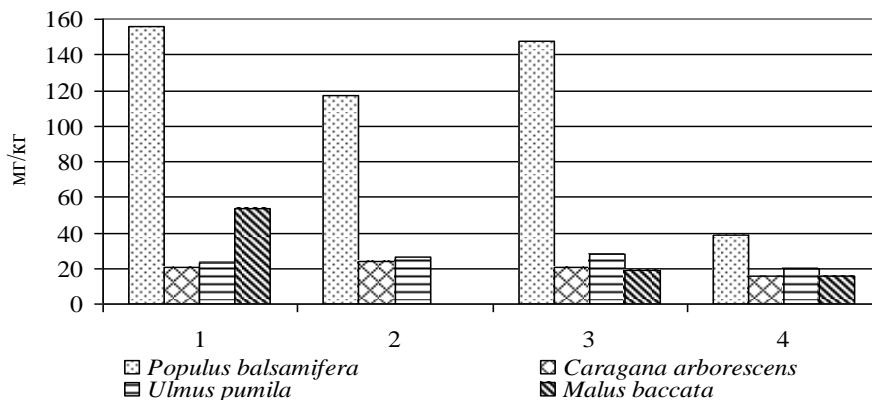


Рис. 4. Среднее содержание цинка в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фоновый участок

Критической считается концентрация 400,0 мг/кг [6]. ПДК и критическая концентрация цинка в листьях исследуемых видов древесных растений на данных участках не превышены.

По данным наших исследований, максимальное количество титана накапливается в листьях *M. baccata* – 63,5 мг/кг сухого вещества (рис. 5) – в п. Первомайский, минимальное – в листьях *P. balsamifera* – 5,0 мг/кг сухого вещества на фоновом участке. Отмечается превышение фонового содержания титана на всех участках в листьях *P. balsamifera* в 2,9–4,4 раза, в листьях *C. arborescens* в 1,3–2,3 раза, в листьях *U. pumila* в 1,2–2 раза. В п. Первомайский превышение фона составляет 1,9–7,1 раза для *M. baccata*. ПДК титана для растений не установлена. Все отмеченные нами концентрации титана в листьях древесных видов не выходят за пределы нормального содержания титана в растении, которое составляет 0,15–80,0 мг/кг [6].

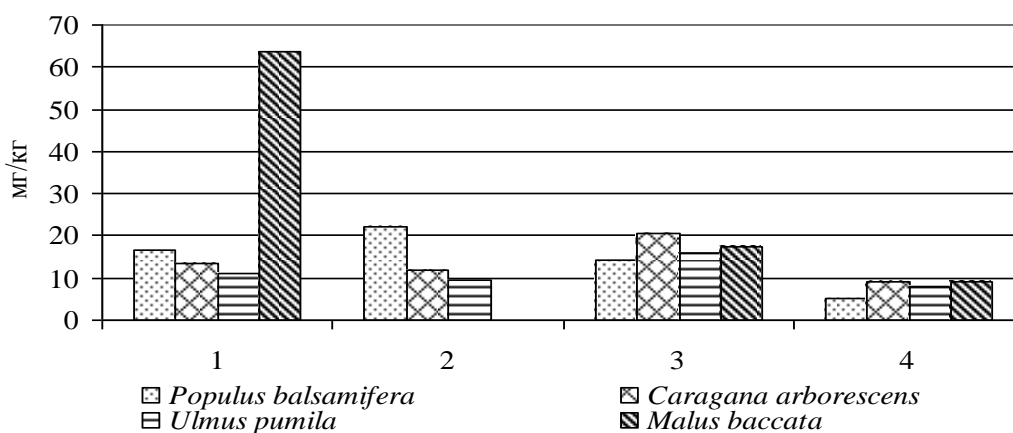


Рис. 5. Среднее содержание титана в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фоновый участок

Рубидий аккумулируется в листьях всех исследуемых видов древесных растений. Высокое содержание металла прослеживается в листьях *P. balsamifera* и *M. baccata* – 8,3–9,0 мг/кг сухого вещества – на участке в п. Первомайский. Низкая его концентрация отмечается в листьях *U. pumila* – 3,5 мг/кг на участке в п. Новоорловске и в листьях *M. baccata* – 3,7 мг/кг сухого вещества в г. Чите, что представлено на рисунке 6. В литературе нет данных о нормальном и фитотоксичном содержании рубидия в растениях, ПДК не установлена, поэтому мы сравниваем концентрацию металла на исследуемых участках с фоновым.

Нами отмечается, что в п. Первомайский содержание рубидия в листьях *P. balsamifera* и *C. arborescens* выше фоновых значений в 1,2 раза, такое же превышение фоновых значений отмечается в листьях *C. arborescens* в п. Новоорловске. Превышение содержания металла по сравнению с фоном наблюдается в листьях *U. pumila* в 1,3–1,8 раза в п. Первомайский и г. Чите, в листьях *M. baccata* в 1,8 раза в

п. Первомайский. В листьях *P. balsamifera*, *C. arborescens*, *M. baccata* в г. Чите и листьях *U. pumila* в п. Новоорловск превышения фоновых концентраций нет.

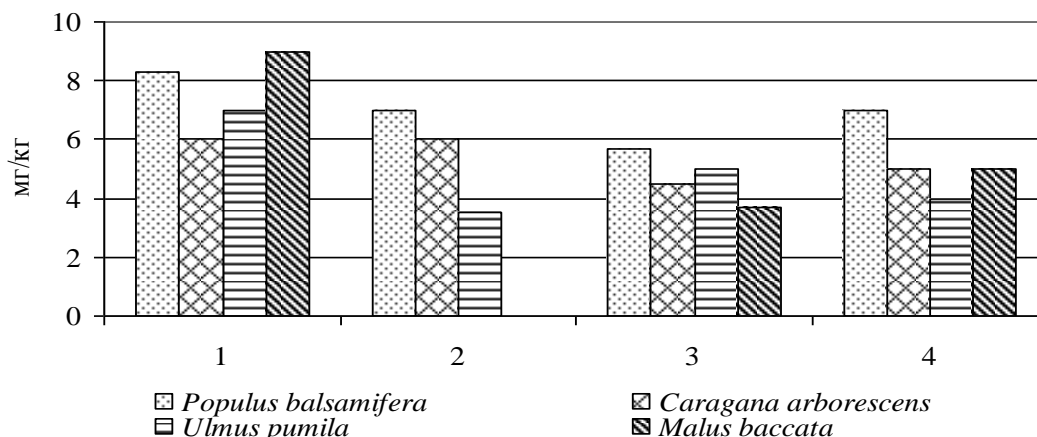


Рис. 6. Среднее содержание рубидия в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фоновый участок

Исследования показали, что наибольшее содержание меди наблюдается в листьях *C. arborescens* – 7,0–8,0 мг/кг сухого вещества – в п. Первомайский и п. Новоорловске (рис. 7). Наименьшее содержание металла определилось в листьях *U. pumila* – 3,0 мг/кг сухого вещества на фоновом участке. Отмечено, что на участках с повышенным техногенным воздействием медь в листьях *C. arborescens* накапливается в больших количествах, чем в других исследуемых видах.

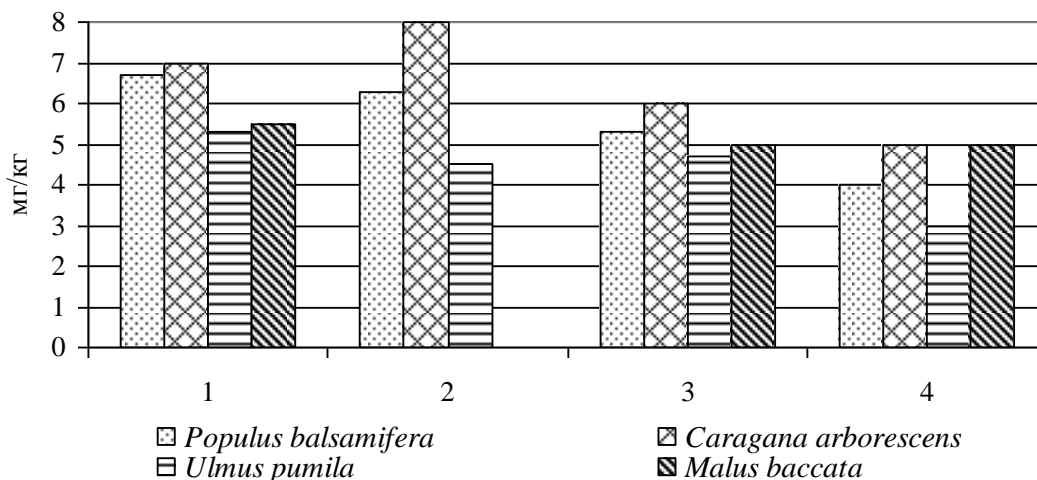


Рис. 7. Среднее содержание меди в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фоновый участок

На исследуемых участках концентрация меди в листьях у *P. balsamifera*, *C. arborescens*, *U. pumila* и *M. baccata* выше фоновых значений в 1,1–1,8 раза. Ни на одном из участков, содержание меди в листьях изучаемых древесных растений не превышает установленную ПДК – 15,0 – 20,0 мг/кг сухого вещества [6].

Листья всех исследуемых видов древесных растений накапливают примерно одинаковое количество хрома, что представлено на рисунке 8. Исключение составляет повышенное содержание элемента в листьях *M. baccata* – 7,4 мг/кг сухого вещества – в п. Первомайский. Минимальная концентрация хрома отмечается в листьях *U. pumila* – 1,0 мг/кг сухого вещества на условно чистом участке.

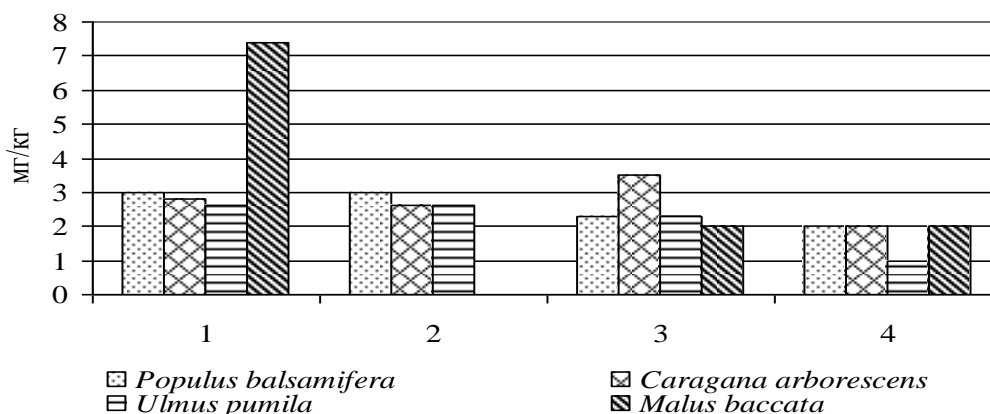


Рис. 8. Среднее содержание хрома в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фондовый участок

В листьях *M. baccata* прослеживается превышение фоновых значений по хромум в 3,7 раза. Незначительное превышение фона отмечено в листьях *P. balsamifera*, *C. arborescens* и *U. pumila* – в 1,2–1,8 раза. Нормальное содержание хрома для растений составляет 1,3 мг/кг [1]. ПДК хрома для растений – 1,0–2,0 мг/кг сухого вещества [6]. Анализ данных о содержании хрома в древесных растениях на исследуемых территориях показал, что содержание металла в пределах нормы отмечается в листьях *U. pumila* на фондовом участке.

Никель слабо аккумулируется древесными растениями на всех исследуемых участках (рис. 9).

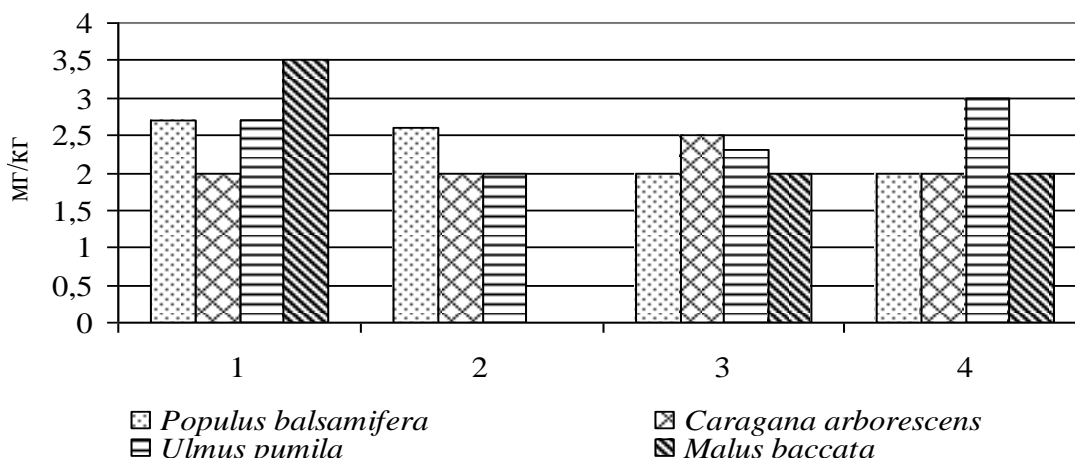


Рис. 9. Среднее содержание никеля в листьях древесных растений: 1 – п. Первомайский; 2 – п. Новоорловск; 3 – г. Чита; 4 – фондовый участок

Максимальная концентрация металла выявлена в листьях *M. baccata* – 3,5 мг/кг сухого вещества – в п. Первомайский. Отмечено небольшое превышение фоновых значений по никелю в листьях *P. balsamifera* – в 1,3 раза в п. Первомайский и п. Новоорловске, в листьях *C. arborescens* – в 1,3 раза в условиях г. Читы, в листьях *M. baccata* – в 1,8 раза – в п. Первомайский. Для *U. pumila* на всех участках превышение фона не прослеживается. ПДК никеля для растений установлена в пределах 20,0–30,0 мг/кг сухого вещества, а фитотоксичная концентрация 80,0–100,0 мг/кг [6]. Содержание никеля в листьях древесных растений на исследуемых участках не превышает ПДК.

Таким образом, результаты исследований показали, что листья *P. balsamifera* в больших количествах концентрируют железо, стронций, цинк, и марганец. Листья *C. arborescens* преимущественно аккумулируют железо, стронций и марганец, среди исследуемых видов медь в листьях *C. arborescens* накапливается в больших количествах. В листьях *M. baccata* и *U. pumila* отмечается повышенное содержание железа и стронция. Титан, рубидий, медь, хром и никель аккумулируются изучаемыми древесными видами примерно в равных количествах.

Отмечено превышение нормального содержания железа в листьях *M. baccata* в п. Первомайский. Превышение нормы стронция прослеживается в листьях *P. balsamifera* на всех исследуемых участках, в листьях *M. baccata* – в п. Первомайский и г. Чите, в листьях *S. arborescens* и *U. pumila* – в г. Чите. Превышение ПДК хрома в листьях отмечается во всех изучаемых древесных видах на участках с повышенным техногенным загрязнением. Прослеживается незначительное повышенное содержание рубидия на всех участках по сравнению с фоновым. Превышения ПДК марганца, цинка, титана, меди и никеля не обнаружено.

Нами установлено, что содержание ТМ в листьях исследуемых видов древесных растений в п. Первомайский, п. Новоорловске и г. Чите повышено по сравнению с фоновым участком (исключение *U. pumila* и *M. baccata* в г. Чите). Следует отметить, что *M. baccata* при повышении загрязнения окружающей среды увеличивает способности к аккумуляции ТМ листьями. У *U. pumila* на участках с повышенной техногенной нагрузкой содержание ТМ в листьях уменьшается, что, вероятно, связано с защитной реакцией и адаптацией вида к атмосферному загрязнению [2].

Выводы. Результаты исследований особенностей накопления ТМ в листьях древесных растений, используемых в озеленении урбанизированных территорий Забайкальского края, показали, что металлы накапливаются в неодинаковых количествах. Разные виды древесных растений имеют свою специфику, определяющую максимальный и минимальный уровень содержания того или иного металла в листьях. Проведенная работа послужит основой для практических рекомендаций по улучшению состояния окружающей среды за счет оптимизации древесных насаждений, выполняющих средообразующие функции для максимального очищения атмосферы и почвы от ТМ.

Литература

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
2. Копылова Л.В., Якимова Е.П. Особенности накопления металлов древесными растениями в условиях городской среды // Ученые записки Забайкал. гос. гуманитар.-пед. ун-та. Сер. Естественные науки. – 2011. – № 1 (36). – С. 183–188.
3. Кулагин А.А., Шагиева А.Ю. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
4. Махонько К.П. Аэрозольное и корневое загрязнение растительности Ni в окрестностях действующего предприятия // Тр. V Всесоюз. совещания по исследованию миграции загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 207–212.
5. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под ред. Н.Г. Зырина, С.Г. Малахова. – М.: Гидрометеиздат, 1981. – 109 с.
6. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М., Павловский В.А. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 1998. – 131 с.
7. Флора Сибири *Salicaceae* – *Amaranthaceae*. – Новосибирск: Наука, 1992. – Т. 5. – С. 72.
8. Флора Сибири. *Fabaceae* (*Leguminosae*). – Новосибирск: Наука, 1994. – Т.9. – С. 13–15.
9. Флора Сибири. *Rosaceae*. – Новосибирск: Наука, 1988. – Т. 8. – С. 25.
10. Флора Центральной Сибири: в 2 т. / под ред. Л.И. Малышева, Г.А. Пешковой. – Новосибирск: Наука, 1979. – Т. 1–2. – 536 с.
11. Фролов А.К. Растения и экология города // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. – Киев: Наук. думка, 1990. – С. 151–153.

