

УДК 581.1: 57.044
AGRIS F40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/05>

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЯХ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДА ОШ

©**Абсатаров Р. Р.**, ORCID: 0000-0003-3894-9468, SPIN-код: 5968-7553, канд. биол. наук,
Ошский государственный педагогический университет,
г. Ош, Кыргызстан, rrr_51@mail.ru

©**Мамасадык уулу А.**, ORCID: 0009-0006-1085-591X, SPIN-код: 6494-6281,
Ошский государственный педагогический университет,
г. Ош, Кыргызстан, mamasadykuulu92@bk.ru

©**Жусупали уулу Т.**, ORCID: 0000-0002-4832-2768, Ошский государственный педагогический
университет, г. Ош, Кыргызстан, turganbai041290@gmail.com

©**Маметова К. К.**, ORCID: 0009-0007-7903-8720, SPIN-код: 2072-4881,
Ошский технологический университет. им. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан, kyzburak.mametova@mail.ru

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN THE LEAVES OF SOME WOODY PLANTS IN OSH CITY

©**Absatarov R.**, ORCID: 0000-0003-3894-9468, SPIN-code: 5968-7553, Ph.D.,
Osh State Pedagogical University, Osh, Kyrgyzstan, rrr_51@mail.ru

©**Mamasadyk uulu A.**, ORCID: 0009-0006-1085-591X, SPIN-code: 6494-6281,
Osh State Pedagogical University, Osh, Kyrgyzstan, mamasadykuulu92@bk.ru

©**Zhusupali uulu T.**, 0000-0002-4832-2768, Osh State Pedagogical University,
Osh, Kyrgyzstan, turganbai041290@gmail.com

©**Mametova K.**, ORCID: 0009-0007-7903-8720, SPIN-code: 2072-4881,
Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, kyzburak.mametova@mail.ru

Аннотация. Загрязнение окружающей среды вредными веществами занимает ведущее место среди глобальных экологических проблем. Это явление тесно связано с антропогенной деятельностью, особенно в городах. Происхождение и химическая природа вредных веществ различны, но особое место среди них занимают тяжелые металлы. За последние десять лет значительное развитие получили исследования, направленные на изучение распределения тяжелых металлов в окружающей среде и их накопления в растениях. Потому что Цели устойчивого развития, принятые ООН в 2015 году, предусматривают к 2030 г. уменьшить негативное экологическое воздействие городов в пересчете на душу населения, в том числе посредством уделения особого внимания качеству воздуха и удалению городских и других отходов. Целью исследований было определить особенности накопления тяжелых металлов в листьях деревьев и кустарников, произрастающих в парковых зонах г. Ош. В качестве объектов были выбраны деревья *Salix babylonica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Populus ×canescens* (Aiton) Sm., *Platanus orientalis* L., *Juniperus virginiana* L., посаженные в парковых зонах вблизи автомобильных дорог. Концентрацию тяжелых металлов определяли атомно-абсорбционным методом в государственном предприятии «Центральная лаборатория» при Министерстве природных ресурсов, экологии и технического контроля Кыргызской Республики. Количественный анализ выявил наличие некоторых тяжелых металлов: марганца, меди, свинца, стронция и цинка во всех растительных пробах. Лабораторные анализы показали большую концентрацию меди, превышающую ПДК. По результатам исследований отмечаем необходимость продолжения изучения влияния тяжелых металлов на

физиологические процессы различных видов деревьев в Оше и расширения географии исследований в микрорайонах города.

Abstract. Pollution of the environment with harmful substances occupies a leading place among global environmental problems. This phenomenon is closely related to anthropogenic activity, especially in cities. The origin and chemical nature of harmful substances are different, but heavy metals occupy a special place among them. Over the past ten years, research aimed at studying the distribution of heavy metals in the environment and their accumulation in plants has significantly developed. Because the Sustainable Development Goals adopted by the UN in 2015 provide for by 2030, to reduce the negative environmental impact of cities per capita, including by paying special attention to air quality and the removal of urban and other waste. The purpose of our research was to determine the characteristics of the accumulation of heavy metals in the leaves of trees and shrubs growing in the park areas of Osh. The trees selected as objects were *Salix babylonica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Populus ×canescens* (Aiton) Sm., *Platanus orientalis* L., *Juniperus virginiana* L., planted in park areas near highways. The concentration of heavy metals was determined by the atomic absorption method in the Central Laboratory State Enterprise under the Ministry of Natural Resources, Ecology and Technical Control of the Kyrgyz Republic. Quantitative analysis revealed the presence of some heavy metals: manganese, copper, lead, strontium and zinc in all plant samples. Laboratory tests showed a high concentration of copper, exceeding the MAC. Based on the research results, we note the need to continue studying the influence of heavy metals on the physiological processes of various tree species in Osh and expanding the geography of research in the city's microdistricts.

Ключевые слова: Ош, тяжелые металлы, древесные растения.

Keywords: Osh, heavy metals, wood plants.

Накопление твердых металлов в биосфере становится особой проблемой в условиях урбанизации и индустриализации. Эти загрязнители отрицательно влияют на здоровье человека, животных и растений. В городской среде древесные растения способны через свои органы ассимиляции (листья) поглощать из воздуха наибольшее количество атмосферных примесей, не позволяя тяжелым металлам распространяться в окружающую среду.

Одним из основных источников загрязнения окружающей среды в городе Ош является автомобильный транспорт. Тяжелые металлы могут накапливаться в окружающей среде как в результате эксплуатации самого транспортного средства, так и в результате истирания поверхностного слоя дороги. В результате в окружающей среде накапливаются цинк, никель, свинец, алюминий, кадмий, железо и другие металлы. Наиболее токсичными веществами этой группы являются свинец и цинк. Большую угрозу для растений представляет большая концентрация тяжелых металлов. Сведений о влиянии автотранспорта на окружающую среду в городе Ош в научных источниках не обнаружено. Хотя транспорт в современных городах является основной причиной ухудшения качества воздуха, это представляет опасность для здоровья человека и может привести к развитию заболеваний [1].

Целью исследования данной работы стало определение особенностей накопления тяжелых металлов в листьях основных видов деревьев и кустарников, расположенных вблизи автомобильных дорог города Ош.

Благодаря способности накапливать частицы пыли на поверхности листьев вклад деревьев в процесс очищения воздуха велик. Пыль задерживается на листьях деревьев и кустарников и ее масса достигает 23,0 г/м² [2].

Деревья поглощают и накапливают тяжелые металлы через свои корни и листья и играют важную роль в снижении загрязнения воздуха и почвы. Способность деревьев накапливать тяжелые металлы зависит от таких факторов, как структура листьев, площадь поверхности листьев, скорость транспирации и характеристики корневой системы. Листья и кора деревьев также используются в качестве индикаторов для оценки воздействия загрязнения тяжелыми металлами и мониторинга качества воздуха. С целью оценки высокого уровня антропогенной нагрузки на городскую среду, современного состояния окружающей среды и перспективных тенденций развития экологической ситуации исследователи провели оценку загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами в нескольких городах Казахстана на основе листьев деревьев и кустарников. Установлены особенности накопления тяжелых металлов в листьях разных видов растений [3].

Факторы окружающей среды в урбанизированных районах существенно отличаются от факторов окружающей среды в естественной среде. Растения в городской среде особенно уязвимы к различным стрессорам, в том числе загрязняющим веществам, поскольку все виды токсикантов поглощаются из атмосферы через их листья. Загрязнения, поглощаемые растением из окружающей среды, накапливаются в клетках и тканях и существенно влияют на физиологическое состояние и морфологию растительного организма. Многолетние растения наиболее уязвимы в этом отношении, так как токсины накапливаются в организме непрерывно в течение нескольких лет.

Накопление вредных веществ в растительном организме также влияет на фенологию и сдвигает начало фенофаз в ту или иную сторону. В частности, наблюдается раннее пожелтение и опадение листьев из-за накопления в листовых растениях ядовитых веществ. В результате вегетационный период растений значительно сокращается.

Материал и методы исследования

Растения являются естественными биоаккумуляторами микроэлементов, в том числе тяжелых металлов. Увеличение концентрации тяжелых металлов в тканях растений отрицательно влияет на их стабильность [4, 5].

Объектом нашего исследования стали древесные растения города Оша. Исследования проводились на видах *Salix babylonica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Populus ×canescens* (Aiton) Sm., *Platanus orientalis* L., *Juniperus virginiana* L.

Материалы для анализа взяты в середине августа 2024 г., в период максимальной активности фотосинтетического аппарата древесных растений. Листья и хвоя были взяты из средних частей стволов средневозрастных деревьев, из парков Победы и Токтогул, расположенных вблизи автодорог города.

Концентрацию тяжелых металлов определяли атомно-абсорбционным методом в государственном предприятии Центральная лаборатория при Министерстве природных ресурсов, экологии и технического контроля Кыргызской Республики.

Математическая обработка данных проводилась общепринятыми методами вариационной статистики с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Количественный анализ показал, что все образцы растений содержат определенное количество тяжелых металлов: марганца, меди, свинца, стронция и цинка.

Максимальная концентрация стронция у *Populus ×canescens* (Aiton) Sm. содержится в листьях — 30 мг/кг. (Рисунок), в листьях *Acer pseudoplatanus* L. наблюдалось содержание сухого вещества 24 мг/кг.

Минимальное содержание стронция в листьях *Platanus orientalis* L., *Juniperus virginiana* L. — 16 мг/кг и в листьях *Salix babylonica* L. — 18 мг/кг. отмечено в сухом веществе. Нормальное содержание стронция в растениях составляет 113,0 мг/кг сухого вещества [6], у изучаемых видов в Оше избытка стронция не выявлено.

Исследования показывают, что в условиях города Ош больше всего меди наблюдается в листьях *Platanus orientalis* L. — 90 мг/кг и *Juniperus virginiana* L. — 70 мг/кг, в листьях *Salix babylonica* L. — 50 мг/кг сухого вещества (Рисунок).

Меньшее количество меди присутствует у *Acer pseudoplatanus* L. и *Populus ×canescens* (Aiton) Sm. в листьях — 40 мг/кг. В работе Н. В. Прохоровой, Н. М. Матвеева, В. А. Павловского предельно допустимая концентрация меди в растениях составляет 15–20 мг/кг [6].

В условиях города Ош выявлено, что концентрация меди в 4 раза выше у видов *Platanus orientalis* L., *Juniperus virginiana* L. и в 2 раза выше у видов *Salix babylonica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Populus ×canescens* (Aiton) Sm.

■ свинец (Pb) ■ Цинк (Zn) мг/кг ■ Марганец (Mn) мг/кг ■ медь (Cu) мг/кг ■ Стронций (Sr) мг/кг

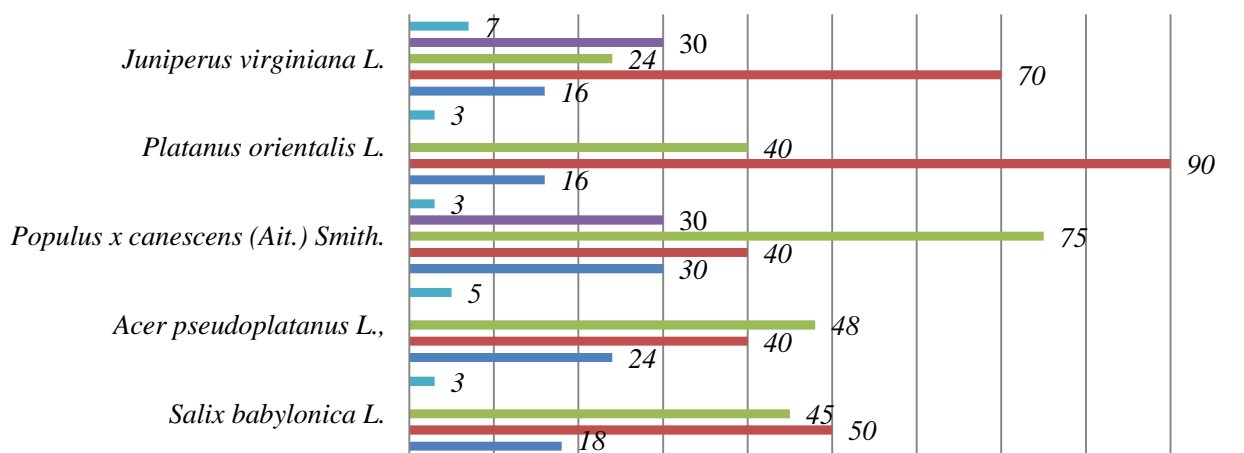


Рисунок. Показатели стронция (Sr), меди (Cu), марганца (Mn), свинца (Pb) и цинка (Zn) в листьях древесных растений города Ош

Как показано на Рисунке, концентрация марганца была более высокой у *Populus ×canescens* (Aiton) Sm. по сравнению с другими видами и составила 75 мг/кг сухого веса.

ПДК марганца для растений четко не установлена, концентрацией фитотоксичности элемента для древесных растений принято считать 500,0 мг/кг сухого вещества [6, 7], и этот показатель не был превышен ни в одном из исследованных растений.

Концентрация цинка в объеме 30 мг/кг обнаружена в листьях только двух деревьев: *Populus ×canescens* (Aiton) Sm. и *Juniperus virginiana* L. Этот показатель не превышает предел допустимой концентрации, поскольку рекомендуемое количество цинка в растениях составляет 150–300 мг/кг.

В последнее время уровень концентрации свинца в природе увеличивается из-за антропогенных нагрузок. Наибольшая концентрация свинца в воздушном слое наблюдается особенно зимой, что связано с зимним отоплением в городе.

Как показано на Рисунке, *Salix babylonica* L., *Platanus orientalis* L., *Populus ×canescens* (Aiton) Sm. показали способность видов к накоплению свинца ниже, чем у видов *Acer pseudoplatanus* L. и *Juniperus virginiana* L.

Концентрация свинца в листьях этих видов составила 3 мг/кг сухого веса. Концентрация свинца в листьях *Acer pseudoplatanus* L. составила 5 мг/кг, *Juniperus virginiana* L. — 7 мг/кг. Можжевельник виргинский показал самый высокий потенциал накопления свинца по сравнению со всеми изученными видами деревьев.

Заключение

Установлено, что особенности накопления тяжелых металлов в листьях древесных растений, используемых в озеленении города Оша, накапливаются в разных количествах, как показали результаты исследований.

Среди тяжелых металлов 1 группы опасности Pb и Zn обнаружены у изучаемых видов в количестве, не превышающем ПДК. А медь (Cu), которая относится к 2 группе опасности, у видов *Platanus orientalis* L., *Juniperus virginiana* L. превышает ПДК в 4 раза, а у остальных видов — в 2 раза. Такая высокая концентрация меди токсична, она может привести к отравлению растений, что приводит к снижению активности ряда ферментов, а также к нарушению механизма всасывания биофильных элементов. Малое количество концентрации обнаруженные Mn и Sr среди металлов 3 класса опасности не представляет угрозы для древесных пород.

По результатам исследований отмечаем необходимость продолжения изучения влияния тяжелых металлов на физиологические процессы различных видов деревьев городских условиях и расширения географии исследований в микрорайонах города Ош.

Благодарности: авторы благодарны Ошскому региональному управлению Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора КР за ценные рекомендации по написанию статьи.

Финансирование: работа выполнена в соответствии с тематическим планом научно-исследовательской работы Ошского государственного педагогического университета. Средства, предусмотрены в республиканском бюджете на финансирование развития науки и техники. Финансирование предоставлено Министерством образования и науки Кыргызской Республики в рамках научных программ.

Список литературы:

1. Kończak B., Cempa M., Deska M. Assessment of the ability of roadside vegetation to remove particulate matter from the urban air // *Environmental Pollution*. 2021. V. 268. P. 115465. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115465>
2. Liu Y., Yang Z., Zhu M., Yin J. Role of plant leaves in removing airborne dust and associated metals on Beijing roadsides // *Aerosol and Air Quality Research*. 2017. V. 17. №10. P. 2566-2584. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.11.0474>
3. Tasheikova A. Z., Toropov A. S. Application of leaves as biogeoindicators of urban environment state // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*. 2017. V. 328. №5. P. 114-124.
4. Гармаш Г. А. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вокруг металлургических предприятий: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1985. 25 с.

5. Тарабрин В. П. Физиолого-биохимические механизмы взаимодействия загрязнений и растений // Растения и промышленная среда. Днепропетровск, 1990. С. 64–71.
6. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск, 1991. 151 с.
7. Прохорова Н. В., Матвеев Н. М., Павловский В. А. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара, 1998. 131 с.

References:

1. Kończak, B., Cempa, M., & Deska, M. (2021). Assessment of the ability of roadside vegetation to remove particulate matter from the urban air. *Environmental Pollution*, 268, 115465. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115465>
2. Liu, Y., Yang, Z., Zhu, M., & Yin, J. (2017). Role of plant leaves in removing airborne dust and associated metals on Beijing roadsides. *Aerosol and Air Quality Research*, 17(10), 2566-2584. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.11.0474>
3. Tashekova, A. Z., & Toropov, A. S. (2017). Application of leaves as biogeoindicators of urban environment state. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*, 328(5), 114-124.
4. Garmash, G. A. (1985). Nakoplenie tyazhelykh metallov v pochvakh i rasteniyakh vokrug metallurgicheskikh predpriyatii: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk. (in Russian).
5. Tarabrin, V. P. (1990). Fiziologo-biokhimicheskie mekhanizmy vzaimodeistviya zagryaznenii i rastenii. In *Rasteniya i promyshlennaya sreda, Dnepropetrovsk*, 64–71. (in Russian).
6. Il'in, V. B. (1991). Tyazhelye metally v sisteme pochva-rastenie. Novosibirsk. (in Russian).
7. Prokhorova, N. V., Matveev, N. M., & Pavlovskii, V. A. (1998). Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov dikorastushchimi i kul'turnymi rasteniyami v lesostepnom i stepnom Povolzh'e. Samara. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 11.10.2024 г.

Принята к публикации
19.10.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Абсатаров Р. Р., Мамасадык уулу А., Жусупали уулу Т., Маметова К. К. Накопление тяжелых металлов в листьях некоторых древесных растений города Ош // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №11. С. 45-50. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/05>

Cite as (APA):

Absatarov, R., Mamasadyk uulu, A., Zhusupali uulu, T. & Mametova, K. (2024). Accumulation of Heavy Metals in the Leaves of Some Woody Plants in Osh City. *Bulletin of Science and Practice*, 10(11), 45-50. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/05>