

### ДИНАМИКА СЕЗОННОГО НАКОПЛЕНИЯ СВИНЦА В ЛИСТЬЯХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

М. В. Ларионов<sup>1</sup>, Н. В. Ларионов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Балашовский институт (филиал) Саратовского государственного  
университета им. Н. Г. Чернышевского*

<sup>2</sup>*МОУ СОШ с. Барки Балашовского района Саратовской области*

Поступила в редакцию 20.01.2014 г.

**Аннотация.** Проанализирована сезонная динамика накопления антропогенного свинца в листьях древесных насаждений в городской среде. Устойчивый рост концентраций данного элемента в биомассе листьев в гг. Балашове и Камышине установлен во второй половине лета – в начале осени, что объясняется вариабельностью климатических и антропогенных факторов в данное время.

**Ключевые слова:** сезонная динамика, свинец, древесные листья, городская среда.

**Abstract.** Analyzed seasonal dynamics of the accumulation of anthropogenic lead in the leaves of trees in the urban environment. Steady growth of concentration of this element in the biomass of leaves in the cities and Balashov and Kamyshin was erected in the second half of summer – beginning of autumn, which is explained by the variability of climatic and anthropogenic factors at this time.

**Keywords:** seasonal dynamics, lead, wood leaves, urban environment.

Территории городов Поволжья до конца 80-х гг XX столетия испытывали комплексный пресинг со стороны техногенных объектов, главным образом, развитых в тот период промышленных предприятий. С начала 90-х гг XX века отмечался существенный спад производства и, как следствие, техногенного давления на окружающую среду городов, где в основном и локализованы стационарные и передвижные источники загрязнения окружающей среды. С середины 2000-х гг, с подъемом промышленного производства и развитием автотранспортной инфраструктуры наблюдается усиление химического загрязнения городских территорий [1]. Согласно официальным документам и предыдущим работам, к группе важнейших поллютантов поволжских городов относятся элементы из группы тяжелых металлов [1-7]. Проблема загрязнения антропогенными тяжелыми металлами, в том числе свинцом,

примыкающих зон к автомобильным дорогам, перекресткам, топливозаправочным пунктам и промплощадкам городских территорий Поволжья в последние годы приобрела в настоящее время возрастающее значение и высокую актуальность [8-11].

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В городах древесные растения, выращиваемые в качестве озеленителей городских ландшафтов и являющиеся неотъемлемой их частью, в целом обладают высокой «экологической значимостью». На городских улицах и в жилых зонах эти организмы играют роль своеобразного «био-фильтра», концентрируя из различных объектов окружающей среды широкий перечень механических примесей и загрязняющих веществ. Древесные растения поглощают из окружающей среды ионы металлов различными органами. Наиболее объективным представляется анализ накопительной способности ассимиляционными органами

древесных растений, в первую очередь листьями. Пределы поглощения растениями металлов зависят от их химической природы и происхождения, метеорологических и экологических условий района сбора материала, а также от видовых особенностей изучаемых растений [12].

Экспедиционные пробоотборы листьев выполнялись по общепризнанным методикам в г. Балашове (Саратовская область) в 2009-2013 гг., в г. Камышине (Волгоградская область) в 2011-2013 гг. со средневозрастных древесных растений – *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Acer platanoides* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Tilia platyphyllos* Scop. – со стороны источников загрязнения, на уровне роста человека. Каждая средняя листовая проба маркировалась, отмывалась от пыли и подготавливалась к последующему элементному анализу [12-14]. Лабораторные анализы образцов листьев проводились с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии [15]. В вычислениях, статистическом анализе данных и при построении графических объектов использован пакет компьютерных программ MS Excel-2010.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Фоновое содержание свинца в листьях древесных растений изучалось в природных пойменных экосистемах Балашовского района Саратовской области и анализировалось в одной из ранних работ [16]. Оно составляет  $0.38 \pm 0.015$  мг/кг при уровне статистической значимости  $P < 0,05$ .

В непосредственных зонах техногенного влияния (от 2 до 10 м) источников загрязнения городских территорий (автодорог, топливно-энергетического комплекса, промобъектов) древесные растения активно поглощают из окружающей среды свинец. По результатам экоаналитических исследований накопительной способности древесных растений дифференцированно их видовой принадлежности определены средние значения концентраций указанного экотоксиканта в листьях и построены соответствующие графики.

В зонах техногенного загрязнения г. Балашова установлены превышающие ПДК концентрации свинца в биомассе древесных листьев. Активизация аккумуляции данного поллютанта зарегистрирована с середины по конец вегетационного сезона: до  $0.88 \pm 0.019$  (июль) и  $0.81 \pm 0.016$  мг/кг (сентябрь), как показано на рис. 1.

Особенности сезонного накопления антропогенного свинца в листьях древесных растений, произрастающих в г. Камышине, отражены на

рис. 2. В данном районе выявлена аналогичная закономерность в динамике аккумуляции свинца в объектах исследований в течение вегетационного периода. С середины по конец вегетации отмечено повышение содержания свинца в фитомассе листьев: до  $0.83 \pm 0.024$  (в июле) и  $0.78 \pm 0.021$  мг/кг (в сентябре). Объемы накопления свинца в листовом аппарате древесных насаждений в гг. Балашове и Камышине примерно схожи, т.к. эти «малые города» близки по транспортно-промышленному потенциалу и экологическому воздействию на среду.

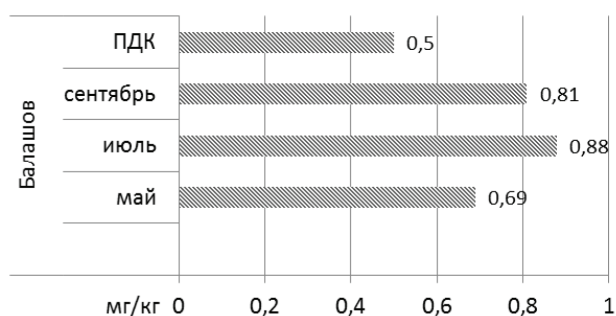


Рис. 1. Сезонная динамика накопления свинца в объектах исследований, 2009-2013 гг. (г. Балашов)

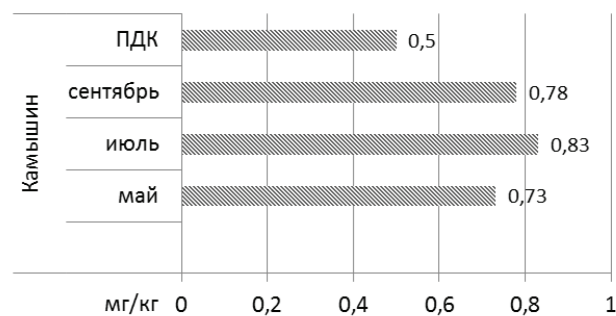


Рис. 2. Сезонная динамика накопления свинца в объектах исследований, 2011-2013 гг. (г. Камышин)

На табл. 1 представлено сравнение результатов элементных анализов листовых образцов и проб из почвенного покрова, представленного в районе исследований в основном насыпным и перемешанными грунтовыми массами, по опубликованным ранее данным почвенно-экологического мониторинга [17].

В зоне влияния источников техногенного загрязнения значения концентраций свинца в листовых и почвенных пробах распределились следующим образом. В г. Балашове превышение

ПДК свинца в листьях составило 1.62 раза, в почвенных пробах – 0.97 раз. В г. Камышине содержание свинца превысило предельно допустимые значения в 1.56 и 1.48 раз соответственно для листовых и почвенных образцов.

Наличие прямой зависимости между концентрациями свинца в листьях древесных растений и в почвах, на которых они произрастают, подтверждают вычисленные значения коэффициента корреляции (табл. 2).

Высокие значения коэффициентов корреляции наглядно демонстрируют тесную зависимость между содержанием свинца в листьях древесных растений и в почвенном покрове района исследований.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Древесные растения, произрастающие в непосредственной близости от объектов техносферы, в особенности, от автомобильных дорог и топливозаправочных пунктов находятся в угнетенном состоянии. Выполненные исследования показывают, что в середине лета – начале осени выявлена закономерность накопления свинца антропогенного происхождения в листьях древесных растений. Данную тенденцию можно интерпретировать активизацией аккумуляционных процессов в растениях, многократным выпадением аэрозолей, общим повышением уровня запыления (пылевые частицы включают соединения, содержащие ионы свинца) городских улиц и более интенсивным движением воздушных масс. Осенью (сентябрь-месяц) наблюдается снижение концентраций свинца в листьях модельных деревьев, что связано с общим осенним замедлением физиологических процессов в их клетках и тканях, в том числе благодаря снижению объемов транспорта воды и питательных веществ. Меньшие значе-

ния содержания свинца в листьях древесных растений в мае-месяце связаны с тем, что в начале вегетационного периода происходит активизация многих физиологических процессов в клетках, в том числе диссимиляции и ассимиляции. Тем не менее, уровень биологической аккумуляции токсиканта достаточно высок (превышает ПДК), в том числе в мае, что объясняется общим высоким загрязнением окружающей среды в зоне влияния источников выделения поллютантов.

Полученные данные мониторинга содержания антропогенного свинца в листьях древесных насаждений в полной мере соотносятся с показателями загрязнения данным токсикантом почвенного покрова в зоне влияния техногенных объектов. Это также подтверждают вычисленные значения коэффициентов корреляции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2012 году. — Волгоград: СМОТРИ, 2013. — 300 с.
2. Ларионов М.В. Биоаккумуляция некоторых токсикантов в зависимости от мощности техногенного фактора / М.В. Ларионов // Актуальные вопросы науки. — 2014. — № 12. — С. 10-12.
3. Ларионов М.В. Деградация окружающей среды в зоне влияния техногенных и сельскохозяйственных объектов / М.В. Ларионов [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2011. — Т. 13. — № 1-6. — С. 1347-1349.
4. Ларионов М.В. Содержание техногенных тяжелых металлов в приземном слое воздуха урбанизированных территорий Поволжья / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 2. — С. 366; URL: <http://www.science-education.ru/102-6063>.

Таблица 1.

Содержание ионов свинца ( $M \pm m$ ) в листьях древесных растений и в почвенном покрове, мг/кг

Листья				Почвенный покров (валовая форма)			
Фон	ПДК	Балашов	Камышин	Фон	ПДК	Балашов	Камышин
0.38 ± 0.015	0.5	0.81 ± 0.016	0.78 ± 0.021	25.4 ± 1.1	32.0	31.1 ± 1.2	47.3 ± 1.2
P < 0.05							

Таблица 2.

Коэффициенты корреляции содержания свинца в листьях древесных растений и в почвенном покрове

Фон	Балашов	Камышин
+ 0.839	+ 0.951	+ 0.934

5. Ларионов М.В. О состоянии городских почв Саратовской области / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2009. – № 10. – С. 35-38.
6. Ларионов М.В. Оценка экологического состояния городской среды в Среднем и Нижнем Поволжье методом экологического картографирования / М.В. Ларионов // Достижения вузовской науки. – 2012. – № 1. – С. 31-36.
7. Ларионов М.В. Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Научное обозрение. – 2012 – № 4. – С. 98-106.
8. Ларионов Н.В. Тяжелые металлы как фактор техногенного воздействия на почвы урбоэкосистем Саратовского региона / Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2009. – № 11. – С. 22-26.
9. Любимов В.Б. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вдоль железнодорожных путей в условиях городского и сельского ландшафта / В.Б. Любимов, М.В. Ларионов [и др.] // Вестник Брянского государственного университета. — 2011. — № 4. — С. 200-204.
10. Larionov M.V. To the question about the impact of oil products and waste on the soil / M.V. Larionov, N.V. Larionov // Фундаментальные и прикладные исследования в современном. – 2014. – Т. 1. – № 6. – С. 155-156.
11. Larionov N.V. Eco-analytical research of some xeno-biotics in soils / N.V. Larionov, M.V. Larionov // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2014. – Т. 1. – № 6. – С. 153-155.
12. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда / В.А. Алексеенко. – М.: Наука, 1990. – 142 с.
13. Prasad M.N.V. Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants / M.N.V. Prasad // Environ. Exp. Bot. – 1995. – V. 35. – P. 525-545.
14. Sanita di Toppi L. Response to cadmium in higher plants / L. Sanita di Toppi, R. Gabbrielli // Environ. Exp. Bot. – 1999. – V. 41. – P. 105-130.
15. Отто М. Современные методы аналитической химии / М. Отто / Пер. с нем. / Под ред. А.В. Гармаша. – М.: Техносфера, 2006. – 552 с.
16. Ларионов М.В. Содержание тяжелых металлов в листьях городских древесных насаждений / М.В. Ларионов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 10. – С. 71-75.
17. Ларионов М.В. Особенности накопления техногенных тяжелых металлов в почвах городов Среднего и Нижнего Поволжья / М.В. Ларионов // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 368. – С. 189-194.

---

*Ларионов Максим Викторович* — доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и экологии, Балашовский институт (филиал) Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, тел.: 8(84545)44053; e-mail: m.larionow2014@yandex.ru

*Ларионов Николай Викторович* — кандидат биологических наук, учитель МОУ СОШ с. Барки Балашовского района Саратовской области; e-mail: m.larionow2014@yandex.ru

*Larionov Maksim V.* — doctor of biological Sciences, Professor of the Department of biology and ecology, Balashov Institute (branch) of the Saratov state University N. G. Chernyshevsky, phone: 8(84545)44053; e-mail: m.larionow2014@yandex.ru

*Larionov Nikolay V.* — candidate of biological Sciences, teacher municipal educational institution secondary school in Barki Balashov district, Saratov region; e-mail: m.larionow2014@yandex.ru