

АККУМУЛЯЦИЯ СВИНЦА У ДРЕВЕСНЫХ И ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА РАЗНОМ УДАЛЕНИИ ОТ АВТОМАГИСТРАЛИ

Е.К. Еськов, М.Д. Еськова, С.Е. Спасик

Российский государственный аграрный заочный университет
РФ, г. Балашиха, ул. Ю.Фучика, 1
E-mail: ekeskov@yandex.ru

Установлено, что травянистые (золотарник гигантский и бодяк полевой) и древесные растения (кленясеннолистный и ива козья), произрастающие в аналогичных условиях, различаются по аккумуляции свинца вегетативными и генеративными органами. В частности, корни кленов и ив аккумулируют этот элемент больше, чем золотарник и бодяк. Однако биологические барьеры указанных древесных растений эффективнее, чем травянистые препятствуют транспорту свинца от вегетативных органов к генеративным органам. Поскольку клен, ива, золотарник и бодяк относятся к медоносным растениям, используемым пчелами для получения нектара и пыльцы, пчелиные семьи не следует размещать ближе 1,5–3 км от загруженных автомагистралей.

Ключевые слова: свинец, аккумуляция, золотарник гигантский, бодяк полевой, клен ясеннолистный, ива козья, коэффициент биологического поглощения

Поступила в редакцию: 07.05.2018. После доработки: 14.06.2018.

Введение. К основным источникам загрязнения свинцом растительности, произрастающей на урбанизированных территориях, относится автотранспорт. Свинец в виде тетраэтилсвинца входит в состав этиловой жидкости, используемой в качестве антидетонатора. В 1 л бензина высших сортов содержится 0,4 г свинца, из которого 0,3 г попадает в воздух с выхлопными газами. Ежедневное выделение свинца при интенсивном движении составляет 500–750 г/км [1].

Накопление свинца и других тяжелых металлов (ТМ) растениями зависит от его содержания в почве. При этом имеет значение рН почвы и ее химический состав. Среди ТМ свинец относится к элементам, которые относительно слабо поглощаются растениями [2, 3].

Освобождение почвы от ТМ происходит медленно в ходе ее выщелачивания и эрозии, а также в результате извлечения растительностью. Растения обладают видовой избирательностью по аккумуляции ТМ. Например, одуванчик активно аккумулирует железо, а полынь – марганец и никель [4]. Поглощение ТМ корнеплодами моркови распределяется в следующем порядке: $Zn > Cu > Pb > Cd$. Но разные органы в одних и тех же растениях поглощают неодинаковое количество ТМ. У картофеля наибольшая активно-

стью поглощения свинца и кадмия отличается ботва [5]. Концентрация ТМ у ржи и ячменя убывает от листьев к корням, стеблям и семенам, а у тритикале и пшеницы – от листьев к семенам и стеблям [6].

Наличие связи между содержанием ТМ в окружающей среде и растениях может использоваться для разработки способов их использования в качестве индикаторов загрязненности природных и антропогенных ландшафтов. Разрабатываемые подходы к использованию фитоиндикации базируются на видовых различиях растений, их толерантности к загрязнениям и/или способности к избирательному поглощению химических элементов. В настоящем сообщении изложены результаты исследования поглощения свинца разными органами древесных и травянистых растений, произрастающих в условиях, отличающихся по техногенной загрязненности.

Материалы и методы. Исследование выполнено на территории, примыкающей к загруженной автомагистрали (нагрузка – около 400 автомобилей в течение часа). Древесные растения были представлены кленом ясеннолистным (*Acer negundo* L.) и ивой козьей (*Salix caprea* L), а травянистые – золотарником гигантским (*Solidago arvensis* L.) и

бодяком полевым (*Cirsium arvense* L.). Исследования проводили на растениях, произраставших на расстоянии 10–20 м и 1000–1200 м (контроль) от обочины автомагистрали. На этих участках отбирали пробы почвы, а также органы растений или их фрагменты. Пробы растений и почвы отбирали в периоды цветения указанных растений.

Все отобранные почвенные и растительные пробы высушивали до постоянной массы при $102 \pm 0,2^\circ\text{C}$ в терморегулируемом шкафу СНОЛ. Анализируемые пробы взвешивали с точностью до 0,1 мг на электронных весах AF 224RCE (фирма ShinkoDenshi, Япония), а затем минерализовали с помощью 70-процентной азотной кислоты в герметических фторопластовых сосудах лабораторной СВЧ-печи ПЛП-01М. Содержание свинца в минерализатах определяли

методом атомно-адсорбционной спектроскопии, для чего использовали анализатор КВАНТ-З.ЭТА (“КОРТЭК”).

Результаты и их обсуждение. С увеличением расстояния от автомагистрали на 1–1,2 км валовое содержание свинца в почве уменьшалось более, чем в два раза. Так, если на расстоянии 10–20 м от трассы накопление анализируемого элемента составляло $36,0 \pm 2,4$ мг/кг, то на удалении 1–1,2 км от нее – $17,4 \pm 1,6$ мг/кг. В соответствии с этим происходило и уменьшение содержания свинца в растительных образцах. При этом древесные растения превосходили травянистые по накоплению свинца во всех анализируемых органах. Наглядное сравнение данных, демонстрирующее эту общую закономерность, представлено на рис. 1, 2.

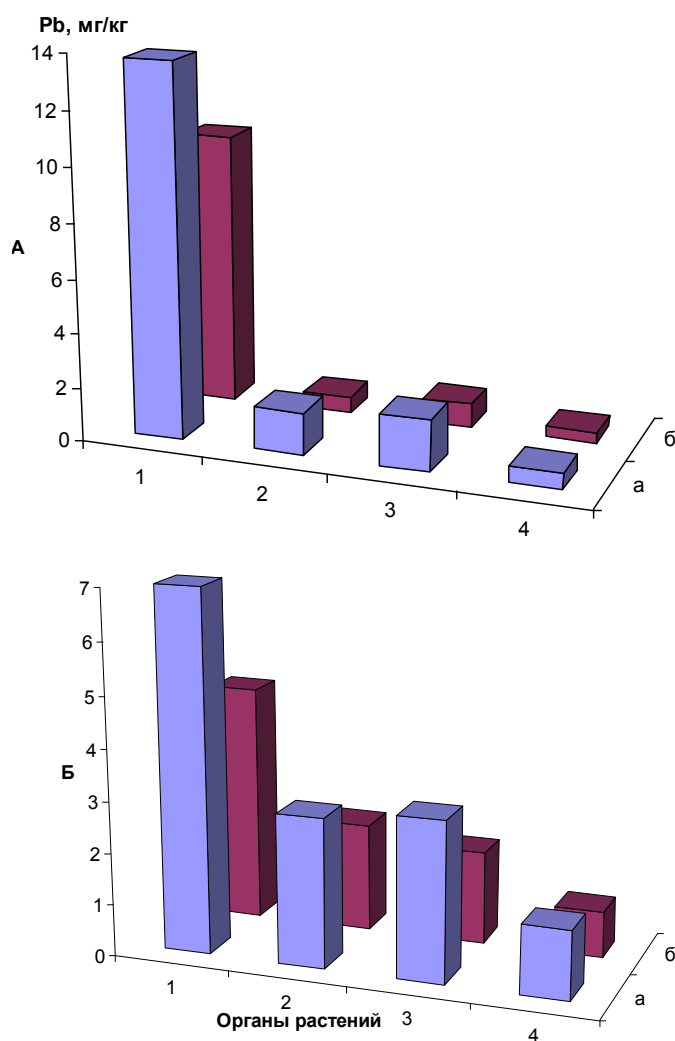


Рис. 1. Содержание свинца в корнях (1), стеблях (2), листьях (3) и цветках (4) у кленов (А) и золотарника (Б), произраставших на расстоянии 1000–1200 м (а) и 10–20 м (б) от автомагистрали

Из этих данных видно, что если в корнях кленов, произраставших у автомагистрали, содержалось $14 \pm 1,1$ мг/кг свинца, от корней к стеблям, листьям и цветкам количество элемента уменьшалось соответственно в 8,7, к листьям – в 7,4 и к цветкам – в 23,3 раза (рис. 1; $P \geq 0,999$). У ив, произраставших в таких же условиях, от корней к цветкам содержание свинца уменьшалось в 20,2 раза ($P \geq 0,999$) или в абсолютных значениях – от 10,1 до 0,5 мг/кг.

Сходная тенденция изменения накопления свинца от корней к цветкам

наблюдалась у кленов, произраставших в 1–1,2 км от автомагистрали (рис.1). Но количество накапливаемого элемента на разном удалении от автомагистрали существенно различалось. В корнях содержание элемента составляло 10 ± 2 мг/кг, а в стеблях, листьях и цветках уменьшалось в 16,7; 11,1 и 25 раза соответственно. У ив, произраставших на этой же территории, содержание свинца от корней к листьям уменьшалось в 24,8 раза ($P \geq 0,999$) или – от 6,2 до 0,25 мг/кг (рис. 2).

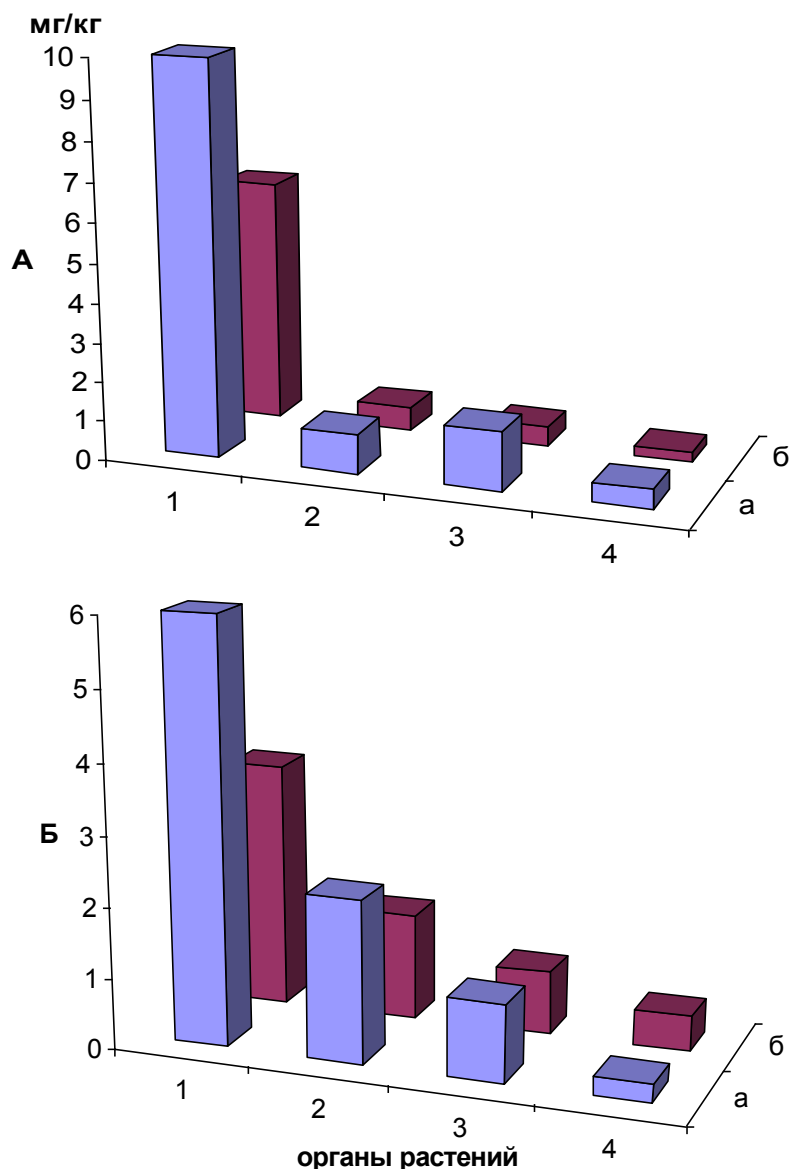


Рис. 2. Содержание свинца в вегетативных и генеративных органах у ивы (А) и бодяка (Б) (обозначения как на рис. 1)

Как видно на рис. 1 и 2, золотарник и бодяк отличались меньшим содержанием свинца по отношению к его накоплению кленами и ивами. В корнях золо-

тарника, произраставшего у автомагистрали, содержалось в среднем $6,9 \pm 0,52$ мг/кг анализируемого элемента. От корней к стеблям, листьям и цветкам накоп-

ление свинца уменьшалось соответственно в 2,4; 2,3 и 5,3 раза (рис. 1 Б; $P \geq 0,95$). У бодяка от корней к цветкам содержание анализируемого элемента уменьшалось в 7,2 раза ($P \geq 0,99$), или – от 5,1 до 0,7 мг/кг (рис. 2).

На расстоянии 1–1,2 км от автомагистрали корни золотарника аккумулировали 4,7 мг/кг свинца. Его содержание от корней к стеблям, листьям и цветкам уменьшалось в 2,2; 2,6 и 3 раза (рис. 2; $P \geq 0,95$). При этом у бодяка от корней к цветкам содержание элемента уменьшалось в 7 раз ($P \geq 0,99$), или – от 3,5 до 0,5 мг/кг (рис. 2).

Количество свинца, преодолевающего биологические барьеры и переходящего из почвы в цветки, существенно различалось у изучаемых древесных и травянистых растений. Наименьшим коэффициентом биологического поглощения (КБП) свинца отличались цветки кленов. У этих растений, произрастающих у автомагистрали, он находился на уровне 0,018, на удалении 1–1,2 км – 0,022, а у ивы – соответственно 0,021 и 0,026. У золотарника и бодяка, произрастающих вблизи автомагистрали и на расстоянии 1–1,2 км от нее, коэффициент КБП варьировал от 0,04 до 0,06.

Заключение. Корни травянистых растений, по сравнению с древесными растениями, произрастающими в аналогичных условиях, накапливали достоверно меньше свинца. Однако биологические барьеры у изучаемых древесных растений функционируют эффективнее, чем у травянистых, что приводит к менее активному транспорту свинца от вегетативных органов к генеративным. Поскольку клен, ивы, золотарник и бо-

дяк относятся к медоносным растениям, используемых пчелами для получения углеводного (нектара) и белкового (пыльцы) корма, пчелиные семьи не следует размещать ближе, чем 3–4 км от трасс с интенсивным движением автотранспорта.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Московской области в рамках научного проекта № 17-41-500101.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елиин И.М. Строителю об охране окружающей природной среды. М.: Стройиздат, 1986. 134 с.
2. Еськов Е.К., Еськова М.Д. Миграция тяжелых металлов в системе почва – медоносные растения – тело пчел – продукция пчеловодства // *Агрехимия*. 2016. № 9. С. 87–92.
3. Еськов Е.Е., Еськова М.Д., Спасик С.Е. Накопление свинца и кадмия медоносной растительностью и телом пчел // *Пчеловодство*. 2016. № 4. С. 12–15.
4. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Аккумуляция тяжелых металлов некоторыми высшими растениями в разных условиях местообитания // *Агрехимия*. № 9. С. 66–71.
5. Ефоакондза Д., Кузнецов А.В. Вынос тяжелых металлов овощными культурами в звене севооборота // *Агрехимический вестник*. 2002. № 4. С. 39–40.
6. Angelova V., Ivanova R., Ivanov K. Uptake and distribution of Pb, Cu, Zn and Cd in cereal crops, grown in industrially polluted region // *Bulg. J. agr.* 2003. V. 9, № 5/6. P. 665–672.

THE FUNCTIONING OF BIOLOGICAL BARRIER FOR LEAD IN WOODY AND HERBACEOUS PLANTS GROWING AT DIFFERENT DISTANCES FROM THE MOTORWAY

E.K. Eskov, M.D. Eskova, S.E. Spasic

Russian state agrarian correspondence University, Russian Federation, Balashikha, 1 Yu. Fuchika St.

It is established that herbaceous (giant golden rod and creeping thistle) and woody plants (ash-leaved maple and great sallow willow) growing under similar conditions differ in lead accumulation by vegetative and generative organs. In particular, the roots of maples and willows accumulate this element more than the goldenrod and thistle. However, biological barriers of these woody plants are more effective than herbaceous ones, which prevent transportation of lead from vegetative organs to generative organs. As maple, willow, goldenrod and thistle belong to the honey plants used by bees for obtaining carbohydrate (nectar) and protein (pollen), bee families should not be placed closer than 1,5–3 km from the loaded highways.

Keywords: woody and herbaceous vegetation, giant golden rod, creeping thistle, ash-leaved maple, great sallow willow, lead, biological absorption coefficient, accumulation