



УДК 669.018.674:582.734.4(470.325)

ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ *GEUM URBANUM* L. И *GEUM RIVALE* L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**Т.В. Бурченко
А.В. Лазарев**Белгородский государственный
университетРоссия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: lazarev@bsu.edu.ru

Экспериментально установлена зависимость накопления тяжёлых металлов листьями гравилатов городского и речного в зависимости от концентрации таковых в воздухе. Листья *Geum urbanum* L. и *G. rivale* L. реагируют на повышенные концентрации железа в 1.4 раза и 1.2 раза соответственно. По *Cd* показатель токсичности превышает в 2.87 раза в гравилате городском (по Рейграсу, 1976). Несмотря на высокую концентрацию загрязняющих веществ, гравилаты способны развивать толерантность к присутствующим в окружающей среде различным ТМ.

В конце лета в листьях содержание цинка в растениях гравилата увеличилось в 3.6 раз, железа – в 1.25 раза, меди – в 1.6 раз, мышьяка – в 2.6 раз, кадмия – в 1.9 раз по сравнению с июньскими показателями.

Ключевые слова: *Geum urbanum*, *G. rivale*, листья, тяжёлые металлы.

Введение

В связи с усилением антропогенной нагрузки увеличиваются объёмы воздействия тяжёлых металлов на живые организмы, что может стать причиной разрушения целостности природного комплекса. Загрязнение тяжёлыми металлами нарушает естественно сложившиеся фитоценозы, вызывает угрозу серьёзной деструкции ассимиляционного потенциала фитомассы, может привести к нарушению нормальных процессов органогенеза - к появлению специфических тератологических изменений, возникающих у растений из различных систематических групп [1, 2, 3]. По мнению некоторых учёных, все живые организмы в той или иной концентрации содержат определённое количество тяжёлых металлов [4]. Растения являются своеобразными индикаторами, указывающими на отношение человека к природе. Анализ вредного воздействия разного рода загрязнений на растительные организмы проводился с давних времён. Так, например, известны исследования на предмет содержания серы в иглах хвойных деревьев при хронических отравлениях газом SO_2 . Анализ аккумуляции растений газообразных вредных веществ или их продуктов преобразования в листьях, иглах, коре можно использовать в качестве своеобразной экологической экспертизы на содержание тяжёлых металлов в воздухе [5]. Поглощение растительностью ТМ зависит от свойств самих металлов и от видов растений. Нами была предпринята попытка исследования аккумулялирующей способности тяжёлых металлов листьями гравилатов.

Анализ аккумуляции растениями газообразных вредных веществ или их продуктов преобразования в листьях может стать одним из критериев оценки степени антропогенного воздействия на окружающую среду. Способность листьев довольно чутко улавливать изменения концентрации химических веществ в окружающей среде сделало их основным индикаторным органом. Причём надземная часть получает негативное влияние в наибольшей степени из-за загрязнения воздушного бассейна, из которого поступают SO_2 , соединений фтора, хлора и т. д. Так, за 1 полугодие 2009 года в Белгородской области выброшено в атмосферу 7.704 тыс. тонн загрязняющих веществ, из них газообразные и жидкие составляют 7.190 тыс. тонн, твёрдые – 0.514 тыс. тонн [6].

С давних времён гравилат употребляется как лекарственное растение. Трава гравилата оказывает лечебный эффект при тахикардиях и гинекологических болез-



нях [7]. Высоко ценятся лечебные свойства растений рода *Geum* в народной медицине так как настой травы имеет необычайный лечебный эффект при головных болях, бессоннице, головокружениях, цинге. Гравилаты могут быть рекомендованы для получения препаратов типа таннальбина и других, так как их таннины относятся к пирогалловому ряду, содержание их в растении высокое, извлекаются они довольно легко, вредных веществ не содержат [8]. Многие виды из рода *Geum* L. используются в пищевых целях [9, 10]. Необходим также тщательный анализ растений по причине вхождения гравилатов в состав пищевой цепи. Он употребляется как кормовая культура для овец, лошадей, а также многих диких животных.

Целью работы явилось определение зависимости накопления тяжёлых металлов в листьях гравилата городского и речного от их концентрации в воздухе. Многими учёными изучены полезные вещества *G. urbanum* L., но, к сожалению, мало внимания уделялось содержанию тяжёлых металлов. Эта проблема на сегодняшний момент является особенно актуальной в связи с увеличением антропогенной нагрузки. Этот аспект изучения важен, т. к. гравилаты городской и речной, как и другие лекарственные растения, могут стать промежуточным звеном, через которое ТМ попадают в организм человека.

Материал и методы

G. urbanum L. и *G. rivale* L. были собраны в июне и августе 2010 года в районе соснового леса «Сосновка» г. Белгорода, и вблизи села Ольховатка Губкинского района.

Для изучения морфологических признаков гравилата городского использовали внешний осмотр растения.

Для анализа содержания тяжёлых металлов в листьях *G. urbanum* и *G. rivale* применялся атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка, кадмия, железа, мышьяка, основанный на деструкции органической основы пробы способом сухой (термической) минерализации, или способом мокрой (кислотной) экстракции (неполной) минерализации и растворении минерализата в водных растворах кислот. Применяли атомно-абсорбционное определение ТМ в зональных растворах на абсорбционном спектрометре. Все аналитические исследования проводились по общепринятым методикам [11, 12]. Определение ртути производилось методом беспламенной атомной абсорбции [13].

Результаты исследований и их обсуждение

Нами была предпринята попытка определения содержания основных тяжёлых металлов в листьях гравилата. Так, согласно классификации Дж. Вуда, к очень токсичным относятся изучаемые нами *Zn*, *Cu*, *As*, *Hg*, *Cd*, *Pb* [14]. Исходя из классификации опасности загрязняющих веществ мышьяк, кадмий, ртуть, свинец и цинк относятся к I классу опасности, кобальт и медь – ко II классу [15]. Согласно оценке других авторов, анализ листовой массы растений применяется при воздействии SO_2 (анализ общей или сульфатной серы), соединений фтора (анализ фторида и соединений хлора), соединений хлора (определение хлорида), а также при воздействии веществ, содержащих тяжёлые металлы (анализ на содержание свинца, цинка, кадмия, мышьяка, ртути и т. д.) [5].

Нас интересует некорневое поглощение растением ТМ из воздушных потоков. Оно имеет место при значительном выпадении металлов из атмосферы на листовую аппарат, чаще всего вблизи крупных промышленных предприятий. Загрязняющие вещества попадают преимущественно путём концентрации загрязнений (вредных веществ), поступающих из воздуха, через ассимилирующий аппарат. Это происходит в процессе их оседания на различных частях растения. Поглощение газообразных загрязнений воздуха (как, например, SO_2 , HF , HCl) происходит в основном через устьица, так же, как и при ассимиляции CO_2 . Небольшое количество газообразных веществ проникает в лист через эпидерму. При попадании загрязнителей на листья скорость их проникновения зависит от толщины кутикулы. Возможно, также поглощение водорастворимых компонентов из пыли, которая лежит на растениях или попадает на них с дождём или из аэрозолей через листья. Выпадение металлов из атмосферы на по-



верхность листьев может сопровождаться отрицательной реакцией организма – угнетением фотосинтеза, усилением дыхания, торможением оттока метаболизма. Мышьяк и ртуть более других веществ переходят в растения [16].

Ряд авторов считают целесообразным осуществление анализа аккумулированных растениями газообразных вредных веществ или продуктов их преобразования в листьях при наличии контрольных экземпляров растений, не затронутых вредным воздействием [5]. В качестве контроля нами используются показатели растений с содержанием тяжёлых металлов, произрастающих на незагрязнённых территориях (усреднённые данные) [17] (табл. 1).

Таблица 1

Содержание микроэлементов и тяжёлых металлов в листьях гравилата городского, произрастающего на незагрязнённых территориях (усреднённые данные) и загрязнённых территориях области (мг/кг сухого вещества)

Элементы	Содержание микроэлементов и тяжёлых металлов		
	на незагрязнённой территории	в районе ур. «Сосновка» Белгородского района	в районе с. Ольховатка Губкинского района
Zn	33.1	25.63	40.65
Fe	?	437.50	353.50
Cu	8.6	9.30	15.70
As	-	0.205	0.02
Hg	0.03	-	0.005
Cd	0.64	0.287	0.245
Pb	1.5	2.98	4.20

Сравнение элементного химического состава растений в условиях химически изменённой окружающей среды с нормальными растениями, произрастающими в условиях фонового содержания тяжёлых металлов, позволяет сделать вывод, что гравилат является своеобразным индикатором изменений, происходящих в окружающей среде. Такие показатели являются, вероятно, следствием антропогенного влияния. Так, по г. Белгороду нормативы ПДК соблюдаются: по пыли – 0.97 ПДК; диоксиду серы – 0.1 ПДК; оксиду углерода – 0.7 ПДК; диоксиду азота – 1.0 ПДК; оксиду азота – 0.4 ПДК; фенолу – 0.7 ПДК; концентрация хлористого водорода, аммиака, серной кислоты – ниже значения ПДК. Нормативы ПДК не соблюдаются по формальдегиду – 1.7 ПДК и бенз(а)пирену – 1.5 ПДК. Незначительно лучше ситуация г. Губкину: по пыли – 0.61 ПДК; диоксиду серы – 0.14 ПДК; оксиду углерода – 0.22 ПДК; диоксиду азота – 0.93 ПДК; концентрация хлористого водорода, аммиака, серной кислоты – ниже значения ПДК. Нормативы ПДК не соблюдаются по бенз(а)пирену – 1.1 ПДК [18]. Меньшее количество выбросов в воздушный бассейн в г. Губкине сказалось на меньшей концентрации ТМ в составе листьев гравилата, произрастающего на данной территории по сравнению с Белгородом: Fe на 84 мг/кг, As на 0.185 мг/кг, Cd на 0.042 мг/кг. Хотя в Губкинском районе отмечалось преобладание Zn на 15.02 мг/кг, Cu на 6.4 мг/кг, Pb на 37.22. Это связано, на наш взгляд, с добычей в Губкинском районе железной руды. Несмотря на то, что многие микроэлементы необходимы для физиологии растений, превышение концентрации может привести к необратимым последствиям и даже гибели. Так, например, многие растения плохо переносят высокие концентрации меди и заболевают, а мышьяк особенно токсичен для растений, может быть канцерогенным [17, 19].

Интерес представляет поглотительная и накопительная способность разных видов рода *Geum*, произрастающих на соседних участках.

Для установления максимально – допустимого уровня (МДУ) содержания ТМ в *G. urbanum* и *G. rivale* нами за основу были взяты нормативы нормирования содержания тяжёлых металлов в растениях, указанных Melsted (1973) и Cottenie et al. (1976) [по 20] (табл. 2).



Таблица 2

**Нормирование содержания тяжёлых металлов в растениях
(мг/кг сухого вещества) и их содержание в листьях гравилата городского**

Элемент	Разные растения [Melsted, 1973]		Райграс [Cottenie et al., 1976]		Содержание элементов в листьях гравилата	
	нормальное	предположительно максимальное	нормальное	токсичное	городского	речного
Zn	15–150	300	25–250	>400	25.63	27.30
Fe	20–300	750	50–240	?	437.50	297.50
Cu	3–40	150	6–15	>20	9.30	6.10
As	0.1–1	2	-	-	0.205	0.07
Hg	0.001–0.01	0.04	-	-	-	-
Cd	0.05–0.2	3	0–0.5	>100	0.287	0.050
Pb	0.1–5.0	10	-	2–14	2.98	3.4

Исходя из нормирования содержания тяжёлых металлов листья гравилата городского (табл. 2), в исследованных районах Белгородской области по *Zn*, *Cu*, *Cd*, *Pb* показатели не превышают допустимой концентрации, по *Fe* превышают нормальное состояние на 137 мг/кг, но не превышает предположительно максимального. По показателям *As* является предположительно максимальным. Относительно речного гравилата только показатель *Cu* выше нормального, но не превышает предположительно максимального (по Мелстеду). Из этого следует, что гравилат городской демонстрирует большую чувствительность к загрязнению окружающей среды и реагирует накоплением в листьях *Fe* и *As*. Гравилат городской отражает через свой элементарный состав повышение концентрации *Cu*. По Райграсу содержание железа превосходит верхний предел нормальных концентраций в листьях гравилата городского в 1.4 раза, гравилата речного в 1.2 раза. По *Cd* показатель токсичности превышает в 2.87 раза в гравилате городском. Из этих показателей следует, что и по D.E. Baker [20] гравилат городской аккумулирует в своём составе больше ТМ и в большей концентрации, чем гравилат речной, произрастающей в местности с одинаковыми экологическими условиями.

Эти сведения необходимо учитывать при заготовке лекарственного сырья, т.к. поступившие в организм человека тяжёлые металлы выводятся очень медленно, а растительная продукция с высокой концентрацией ТМ способна вызвать кумулятивный эффект – постепенное увеличение их содержания в человеческом организме. Тем более что *As* особо ядовит в соединениях и может вести к отравлениям. *Cd* обладает высокой способностью проникновения в растительный организм. По-видимому, в тканях слабо инактивируется, отчего даже небольшое нарастание его концентрации становится вредным для растений, относится к канцерогенам, у людей в больших концентрациях приводит к циррозу печени, нарушению функций почек, протеинурии [15, 16].

Внешний осмотр не обнаружил видимых изменений в морфологическом строении *G. urbanum* и *G. rivale*. Произрастание гравилата городского и речного происходило без видимых признаков нарушения метаболизма. Из этого можно сделать вывод, что гравилат городской и речной не обнаруживая видимых симптомов повреждения, способны в довольно больших количествах накапливать определённые вредные вещества (аккумулирующая способность). Вместе с тем гравилаты, как показали экспериментальные данные, без каких-либо признаков отравления и патологических изменений содержат опасные для животных и человека концентрации тяжёлых металлов.

По классификации Н.С. Петруниной гравилат городской и речной по степени накопления химических элементов тяготеют к разряду приспособленных к повышенной их концентрации. Причём они относятся к растениям, концентрирующим химические элементы в наземных органах. Оба изучаемых вида рода Гравилат относятся к разряду «непривычные концентраторы», т. к. обогащены элементами только тогда, когда их много в среде [21].



По классификации, данной А.П. Виноградовой, *G. urbanum* L. и *G.m rivale* L. целесообразно отнести к растениям, концентрирующим элементы в массовом масштабе. Причём концентрирование вызвано экологическим фактором [22].

Нами отмечено, что и сами гравилаты и многие соседствующие с ними растения относятся к рудеральным, тяготеющим к сорным местам, дорогам, местам проживания человека, представляют урбанизированную флору. Это подтверждает выводы, сделанные О.А. Макаровой [36], о том, что сорные растения достаточно металлоустойчивы. Легко адаптируются гравилаты к изменениям экологической ситуации, связанной с человеческой деятельностью [23, 24, 25].

Не меньший интерес представляет градиция содержания ТМ в листьях гравилата городского в начале и конце лета (табл. 3).

Таблица 3
**Содержание тяжёлых металлов в листьях
гравилата городского (мг/кг сухого вещества)
в связи со сроками произрастания**

Элемент	Дата сбора	
	июнь 2010 г.	август 2010 г.
Zn	7.08	25.63
Fe	350.0	437.50
Cu	5.90	9.30
As	0.08	0.205
Hg	не обнаружено	не обнаружено
Cd	0.55	0.287
Pb	3.13	2.98

В ходе анализа элементарного химического состава выявлено увеличение содержания всех изучаемых химических элементов в августе по сравнению с июнем, кроме свинца. Это противоречит исследованиям С.Р. Баимовой [26], которая делает вывод, что молодые растения поглощают ТМ более энергично, по сравнению со стареющими. Так, содержание цинка в листьях гравилата городского увеличилось в 3.6 раз, железа – в 1.25 раза, меди – в 1.6 раз, мышьяка – в 2.6 раз, кадмия – в

1.9 раз. Предположительно, так как концентрация вредных веществ в окружающей среде была приблизительно одинакова, действие интоксикантов и накопление их листьями гравилатов зависело, видимо, от следующих факторов: разные стадии роста растения и активности органов ассимиляции. Фаза развития растения имеет основополагающее значение, так как концентрация элементов меняется в течение вегетации. При переходе в репродуктивную фазу своего развития, т. е. формирование плодов и семян, ведёт к накоплению *Fe, Ca, Mn, Zn* и др. в стеблях и старых листьях вследствие их слабой реутилизации в процессе роста и развития организма [27]. Плод и семя содержит меньше ТМ в связи с наличием защитных механизмов в растении, предохраняющих репродуктивный орган от вредных воздействий. Нами были проведены исследования, подтверждающие это утверждение [24].

Не представляют опасности для человека металлы, осаждающиеся с пылевыми выбросами на листьях и стеблях, если перед употреблением в пищу растения тщательно промываются. Однако животные, поедающие такую растительность, могут получить большое количество ТМ. Кормовые достоинства гравилата невелики, но всё же используются в крестьянских подворьях во время выпаса крупного рогатого скота. Является кормовой культурой для овец и лошадей. В соответствии с шифрами кормового значения *G. urbanum* относится к шифру: +2, +1 – поедается удовлетворительно, сено удовлетворительное. *G. rivale* – к шифру: +1, т.е. поедается слабо или в свежем виде не поедается. *G. rivale* L. на пастбищах поедается всеми видами скота [28, 29]. По другим данным, стебли гравилата речного поедают овцы и козы, в меньшей степени – лошади и свиньи [30, 31]. Играть немаловажную роль в питании диких животных. Благородные и пятнистые олени, маралы, лоси, изюбры, косули, бобры, зайцы используют в пищу *Geum* L. [32]. Исследование показателей содержания ТМ в гравилате как кормовой культуре будет направлено на сохранение гигиенического качества растениеводческой продукции.

Согласно исследованиям В.В. Ковалевского [33], верхняя пороговая концентрация микроэлементов в сухом веществе демонстрирует следующие показатели (табл. 4).



Таблица 4

Нормирование содержания тяжёлых металлов в листьях гравилата городского и речного (мг/кг сухого вещества) для кормовой культуры

Элементы	Верхняя пороговая концентрация (по В.В. Ковалевскому)	Фоновый уровень содержания ТМ в условно благополучной зоне для кормовой культуры (по Г.А. Таланову, Б.Н. Хмелевскому)	Гравилат городской	Гравилат речной
<i>Zn</i>	60–100 и выше		25.63	27.30
<i>Fe</i>			437.50	297.50
<i>Cu</i>	20–40 и выше	3–40	9.30	6.10
<i>As</i>		0.2–0.5	0.205	0.07
<i>Hg</i>		0.02–0.1	не обнаружено	не обнаружено
<i>Cd</i>		0.06–0.2	0.287	0.050
<i>Pb</i>		0.01–1.5	2.98	3.40

Всемирная организация здравоохранения допускает содержание *Hg* в сухом растительном продукте не более 0.05 мг/кг.

Из анализа полученных результатов гравилат речной можно отнести к растениям из условно благополучной зоны, т.к. все показатели ТМ не превышает соответствующих, кроме содержания свинца [34]. Наличие в большом количестве свинца в окружающей среде Белгородской области и проникновение его в растения можно объяснить сильным развитием автомобильного транспорта и наличием густой сети автомобильных дорог. Обогащение ландшафтов свинцом происходит с отработанными порами двигателей внутреннего сгорания. *Pb* имеет воздушное распространение, преимущественное накопление на поверхности, относится к кумулятивным ядам [17]. Причём содержание свинца в гравилате речном превосходит фоновый уровень содержания ТМ в условно благополучной зоне в 2.3 раза, в гравилате городском в 1.9 раз. Содержание *Cd* в гравилате городском превышает фоновый уровень в 1.4 раза (табл. 5).

Таблица 5

Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах

Элементы	Общий предел ПДК для продуктов	Гравилат городской	Гравилат речной
<i>Zn</i>		25.63	27.30
<i>Cu</i>		9.30	6.10
<i>As</i>	0.2	0.205	0.07
<i>Hg</i>	0.03	не обнаружено	не обнаружено
<i>Cd</i>	0.1	0.287	0.050
<i>Pb</i>	1	2.98	3.40

Гравилат можно считать пищевым растением и использовать в качестве продовольственного сырья. Из него готовят различные напитки, салаты, супы [9, 10].

Данные приведены по Р.Д. Габович, Л.С. Присухиной [35]. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что по цинку и меди *Geum urbanum* L. и *Geum rivale* L. значительно превосходит установленный ПДК, по показателям свинца в 2.9 раза, в 3.4 раза соответственно. По кадмию показатели гравилата городского свидетельствуют о превышении ПДК в 2.8 раза. К употреблению в пищу растений выросших на территориях, неблагоприятных в экологическом отношении, надо относиться избирательно.

Выводы

Гравилат за счёт высокой аккумулярующей способности можно считать индикатором атмосферных загрязнений. На основе проведённых исследований и анализа литературы можно сделать вывод о том, что, несмотря на накопление обширного материала по способности разных культур поглощать тяжёлые металлы, является недостаточно изученной проблема транслокации тяжёлых металлов в различных растениях



при увеличении ТМ в атмосферном воздухе. Мы предприняли попытку проанализировать изменение содержания тяжелых металлов в гравилате городском и речном в зависимости от степени концентрации ТМ в атмосферном воздухе. *Geum urbanum* L. и *G. rivale* реагируют на изменение содержания ТМ в воздухе изменением показателей встречаемости и концентрации тяжёлых металлов в химическом составе листьев. Т. о. эти растения можно считать индикатором антропогенной трансформации окружающей среды. Данные представители рода *Geum* способны накапливать высокие концентрации ТМ, но проявлять к ним толерантность. Получение таких сведений по основным лекарственным растениям поможет установить гигиенические ПДК на тяжёлые металлы при их выращивании в разных экологических условиях, а значит маневрировать культурами на загрязнённых территориях с целью получения экологически безопасной продукции. Полученные сведения помогут определить ареал произрастания экологически чистой продукции, используемой в качестве лекарственного сырья. С другой стороны способность растений к фильтрации и аккумуляции значительного количества тяжёлых металлов приводит к оздоровлению окружающей среды, хотя зачастую приводит к их повреждению и гибели.

В результате анализа средневзвешенного валового содержания ТМ в воздухе и в листьях гравилата городского и речного нами установлена прямая зависимость этого показателя в изучаемом растении от такового в воздухе. Так листья *Geum urbanum* L. и *Geum rivale* L. довольно чутко реагируют на повышенные концентрации железа в 1,4 раза, в 1,2 раза соответственно, по Cd показатель токсичности превышает в 2.87 раза в гравилате городском (по Рейграссу, 1976). Несмотря на высокую концентрацию загрязняющих веществ гравилаты способны развивать толерантность к присутствующим в окружающей среде различным ТМ.

В конце лета в связи с переходом гравилата городского в репродуктивную фазу своего развития в листьях содержание цинка увеличилось в 3.6 раз, железа – в 1.25 раза, меди – в 1.6 раз, мышьяка – в 2.6 раз, кадмия – в 1.9 раз по сравнению с июньскими показателями. Поэтому делать сборы лекарственных растений в первой половине лета более безопасно из-за низкой концентрации ТМ в их составе.

Исследование показателей содержания тяжёлых металлов в гравилатах как кормовой культуре показало, что содержание свинца в гравилате речном превосходит фоновый уровень из условно благополучной зоны в 2.3 раза, в гравилате городском в 1.9 раз. Содержание Cd в гравилате городском превышает фоновый уровень ТМ в 1.4 раза. Учёт места произрастания кормовой продукции в экологически чистых районах будет способствовать сохранению гигиенического качества растениеводческой продукции.

При рассмотрении гравилата в качестве продовольственного сырья и пищевого продукта наши экспериментальные данные позволили сделать вывод: по цинку и меди *G. urbanum* L. и *G. rivale* L. значительно превосходит установленный ПДК, по показателям свинца в 2.9 раза, в 3.4 раза соответственно. По кадмию показатели гравилата городского свидетельствуют о превышении ПДК в 2.8 раза. К употреблению в пищу растений выросших на территориях, неблагоприятных в экологическом отношении, надо относиться избирательно.

Список литературы

1. Скарлыпина-Уфимцева М.Ф. Биогеохимические аспекты охраны биосферы // Проблемы охраны окружающей среды. – Л., 1980. – С. 127-133.
2. Скарлыпина-Уфимцева М.Ф. Биогеохимические эндемии растений Чиатурской марганцевой провинции // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – Ивано-Франковск, 1978. – С. 62.
3. Скарлыпина-Уфимцева М.Ф. Биохимические индикаторы уровня контаминации природных ландшафтов (на примере Кольского полуострова) // Ландшафтная индикация и её использование в народном хозяйстве. – М., 1978. – С. 119-120.
4. Смит У.Х. Лес и атмосфера. – М.: Прогресс, 1985. – 429 с.



5. Влияние загрязнений воздуха на растительность / Под ред. проф., докт. естеств. наук Х.-Г. Десслера / Бертитц С., Эндерляйн Х., Энгманн Ф. и др. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 186 с.
6. Охрана окружающей среды в Белгородской области. Стат. сб. – Белгород: Белгород-стат, 2009. – С. 144.
7. Городинская В. С. Тайны целебных трав. – М.: Сов. Россия, 1989. – 256 с.
8. Блинова К. Ф. Гравилаты как танидные растения // Труды ЛФХИ. – 1957. – Вып. 2. – С. 80–90.
9. Соколов П. П., Прима В. М., Умаров В. У. Пищевые дикорастущие растения Чечено-Ингушетии. – Грозный: Чечено-Ингушское изд-во, 1988. – 160 с.
10. Косякова Л.Е. Растения-целители: Справочник по народной и практической фитотерапии. – Ярославль: Верх.-Волжск. кн. изд-во, 1993. – 272 с.
11. Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., 1989. – 60 с.
12. Сырьё и продукты пищевые. Методы определения токсичности элементов. Гос. комит. СССР по стандартам. – М., 1986. – 85 с.
13. Методические указания по обнаружению и определению содержания общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции. – М., 1990. – 32 с.
14. Wood J. M. Biological cycles for toxic elements in the environment // Science. – 1974. – Vol. 183. – P. 1049–1059.
15. Корнилов А.Г. Общая и региональная экология: Учеб. пособие/ А.Г. Корнилов, А.Н. Петин. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – 280 с.
16. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА, 2004. – 256 с.
17. Тяжёлые металлы в системе почва – растение/ Ильин В.Б. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
18. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2008 году: справочное пособие / П.М. Авраменко и др.; под ред. С.В. Лукина. – Белгород: КОНСТАНТА, 2009. – 248 с.
19. Природный комплекс большого города: Ландшафтно-экологический анализ / Э.Г. Коломыц, Г.С. Розенберг, О.В. Глебова и др. – М.: Наука; Маик «Наука. Интерпериодика», 2000. – 286 с.
20. Baker D. E., Chesnin L. Chemical monitoring of soil for environmental quality animal and health // Advances in Agronomy. – 1975. – Vol. 27. – P. 306 – 366.
21. Петрунина Н. С. Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов (Ni, Co, Cu, Mo, Pb, Zn) // Тр. биогеохимической лаборатории АН СССР. Т 13. – М.: Наука, 1974. – С. 57–117.
22. Виноградов А.П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и микросредой // Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 7–20.
23. Лазарев А.В., Бурченко Т.В. Род *Geum* в современных экологических условиях.// Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2009. – №.3 (58). – С. 34 – 38.
24. Лазарев А.В., Бурченко Т.В. Химический состав семян гравилата городского (*Geum urbanum* L.) в зависимости от условий произрастания // Вестник КрасГАУ. – 2010. – Вып. 7. – С. 96–100.
25. Бурченко Т.В. Адаптивные возможности видов *Geum rivale* L. и *Geum urbanum* L. в изменяющихся условиях среды // Материалы IX регион. конф. студентов, аспирантов вузов и научных организаций Дальнего Востока России «Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии», сост. 14–17 апр. 2010. – Владивосток, 2010. – С. 39–42.
26. Баимова С.Р. Тяжёлые металлы в системе «почва–растения–животные» в условиях Башкирского Зауралья. Дисс. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2009. – 151 с.
27. Сабинин Д.А. Физиологические основы питания растений. М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 512 с.
28. Сибирякова М.Д. Вернандер Т.Б. Определение типов леса по растениям-индикаторам: (для европейской части СССР) / Под ред. В.Б. Гроздова. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1957. – 148 с.
29. Махов А.А. Зелёная аптека. Лекарственные растения Сибири. – Красноярск: Кн. изд-во, 1993. – 528 с.
30. Атлас растений-индикаторов лесов Украины / Елин Е.А., Мещеряков Г.И. – Киев: Изд-во «Урожай», 1973. – 284 с.



31. Ларин И.В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. – М.; Л., 1956. – 256 с.
32. Растительное сырьё СССР / Под общ. ред. проф. М.М. Ильина. Т. 2. Натуральные растения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 582с.
33. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва–растение. – Новосибирск: Наука, 1985. – 129 с.
34. Таланов Г.А., Хмелевский Б.Н. Санитария кормов: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
35. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ / Габович Р.В., Припутин Л.С. – К.: Здоров'я, 1987.- 248 с.
36. Макарова О.А. Экологическая оценка содержания тяжёлых металлов в системе вода – почва – растение в приустьевой части поймы реки Иртыш. Дисс. ... канд. биол. наук. – Омск, 2009. – 113 с.

PARAMETERS OF HEAVY METALS CONTENT IN THE LEAVES OF *GEUM URBANUM* L. AND *GEUM RIVALE* L. GROWING IN THE BELGOROD REGION

T.V. Burchenko
A.V. Lazarev

*Belgorod State University,
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*
E-mail: lazarev@bsu.edu.ru

Dependence of accumulation of heavy metals by wood avens and water avens leaves on the concentration of those in the air is experimentally established.

The leaves of *Geum urbanum* L. and *Geum rivale* L. react sensitively to the raised concentration of iron in 1.4 times and in 1.2 times respectively. For Cd the parameter of toxicity is exceeded in 2.87 times in wood avens. Despite the high concentration of contaminants the avens are capable to develop tolerance to various heavy metals present in the environment. In late summer in leaves zinc content was increased in 3.6 times, iron content - in 1.25 time, copper content - in 1.6 times, arsenic content - in 2.6 times, cadmium content - in 1.9 times compared with the June figures.

Key words: *Geum urbanum*, *G. rivale*, leaves, heavy metals.