

Шевченко А.С.,
Музычкина Р.А.,
Корулькин Д.Ю.

Казахский национальный университет
им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы

**Макро- и микроэлементный
состав некоторых
казахстанских растений рода
Polygonum L.**

Shevchenko A.S.,
Muzychkina R.A.,
Korulkin D.Yu.

Al-Farabi Kazakh National university,
Kazakhstan, Almaty

**Macro- and microelement com-
position of some Kazakh plants
of the genus *Polygonum* L.**

Шевченко А.С.,
Музычкина Р.А.,
Корулькин Д.Ю.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы

**Қазақстандық *Polygonum* L.
өсімдігінің кейбір түрлерінің
макро- және микроэлементтік
құрамы**

Микро- и макроэлементный составы растительного сырья – важный товароведческий показатель растительного сырья. Зола – показатель качества заготовленного сырья, а определение элементного состава зольного остатка растительного происхождения позволяет получить сведения о месте произрастания и возможности постоянного сбора лекарственного сырья. Методом атомно-адсорбционной спектрометрии определено содержание макро- и микроэлементов в надземных частях лекарственного растительного сырья 3-х видов горца: горца земноводного (*Polygonum amphibium* L.), горца перечного (*Polygonum hydropiper* L.) и горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.), имеющих промышленные запасы на территории Казахстана. В результате проведенного анализа во всех образцах установлено содержание микро- и макроэлементов находится в пределах допустимых норм. Радионуклидов и тяжелых элементов не обнаружено, что свидетельствует об экологической чистоте растительного материала и мест их возможной заготовки для получения фитопрепаратов. Для изученных видов горцев выявлены специфические особенности накопления отдельных элементов и их общее количественное содержание, что может быть использовано в технологии производства фитопрепаратов.

Ключевые слова: *Polygonum* L., микро- и макроэлементы, тяжелые металлы, радионуклиды.

Composition of micro- and macroelements of plant material is an important qualitative measure of plant raw materials. The ash - quality of collected plant materials, and the determination of the element's composition of the ash plant provides information about the place of growth and the possibility of a permanent collection of herbal plants. By the method of the atomic absorption spectrometry had been determined the content of macro- and microelements in the aerial parts of the three medicinal plants species *Polygonum* L.: *Polygonum amphibium* L., *Polygonum hydropiper* L. and *Polygonum aviculare* L., which have industrial stocks on territory of Kazakhstan. As the result of the conducted analysis in all samples had been established that the composition of macro- and microelements is within the acceptable limits. Radionuclides and heavy elements were found, which indicates the ecological purity of the plant material and the places of their possible harvest for the obtain phytopreparations. For the studied *Polygonum* L. species had been revealed specific features of accumulation of individual elements and their total quantitative content, all that can be used in the production technology of phytopreparations.

Key words: *Polygonum* L., macro- and microelements, heavy metals.

Өсімдік шикізатының микро- және макроэлементтік құрамы – ең маңызды таурлық көрсеткіш болып табылды. Күл-дайындалған шикізаттың сапасының көрсеткіші, ал күлдің элементтік құрамы анықтау дәрілік шикізаттың өсу орны және жинау мүмкіндігі туралы мәлімет береді. Макроэлементтердің мөлшері өсімдіктердің түріне байланысты, ал әр макроэлементтің концентрациясы бір-бірінен ерекшеленеді. *Polygonum* L. дәрілік өсімдік шикізатының 3 түрінің, яғни: *Polygonum amphibium* L., *Polygonum hydropiper* L. және *Polygonum aviculare* L. түрлерінің жерүсті бөлігінің макро- және микроэлементтік құрамы атомды-адсорбционды спектрометрия әдісімен анықталды. Бұл аталған түрлерінің Қазақстан аумағында өндірістік қоры жеткілікті жасалған анализ қорытындысы бойынша. Жоғарыда аталған түрлерде микро- және макроэлементтердің құрамы шекті рұқсат етілген нормада екені анықталды. Радионуклидтар мен ауыр элементтер анықталған жоқ, бұл өсімдік материалының және олардың фитопрепараттар алу үшін мүмкін болатын дайындау орындарының экологиялық таза екенінің дәлелі. *Polygonum* L. өсімдігінің зерттелген түрлері үшін жеке заттардың жинауының спецификалық ерекшеліктері мен олардың сандық құрамы анықталды. Бұл мәліметті, фитопрепараттардың өндірісінді қолдануға болады.

Түйін сөздер: *Polygonum* L., микро- и макроэлементтер, ауыр металдар.

**МАКРО- И
МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ
СОСТАВ НЕКОТОРЫХ
КАЗАХСТАНСКИХ
РАСТЕНИЙ РОДА
POLYGONUM L.****Введение**

Нарастающее техногенное воздействие со стороны промышленных комплексов, а также различных видов транспорта приводит к значительному загрязнению почв вредными веществами, снижению способности к самовосстановлению почв и деградации растительности. Из-за роста городов, увеличения количества транспорта, расширения производственных площадей возникает необходимость проведения контроля его качества и экологической чистоты [1].

На усвоение и поглощение растениями химических элементов влияют природные факторы: уровень инсоляции, колебания температуры, количество выпадающих осадков. Например, в засушливые годы некоторые растения аккумулируют железо, во влажные – марганец, медь, цинк, молибден. К числу наиболее опасных загрязнителей относятся тяжелые металлы, которые являются протоплазматическими ядами. Токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы и проявляется по-разному. Некоторые металлы при токсичных уровнях концентраций ингибируют деятельность ферментов (медь, ртуть). Другие образуют хелатоподобные комплексы с обычными метаболитами, нарушая нормальный обмен веществ (железо). Такие металлы, как кадмий, медь, железо (II) взаимодействуют с клеточными мембранами, изменяя их проницаемость, другие конкурируют с необходимыми растениям элементами, нарушая их функциональные роли [1-4].

Как известно, тяжелые металлы относятся к группам микро- и ультрамикроэлементов [5]. Важная роль микроэлементов в физиологических процессах развития организма растений не вызывает сомнений. Например, биогенность меди, цинка, молибдена, кобальта, марганца, никеля и некоторых других микроэлементов давно изучается с точки зрения физиологии и биохимии растений и животных [6]. Причем величины нормального содержания элементов в живых организмах значительно варьируют в зависимости от видовой принадлежности, а также от взятых для исследования органов и тканей. Поэтому при оценке результатов экологического мониторинга тяжелых металлов нами было определено их количественное

содержание в надземных органах растений и в почве мест произрастания.

Микро- и макроэлементный составы растительного сырья – важный товароведческий показатель растительного сырья. Количество золы в растительном сырье колеблется в определенных пределах и зависит как от специфики самого сырья, так и способа его сбора и условий сушки. Значительные отклонения от указанных норм обычно свидетельствуют о загрязнении сырья минеральной примесью или о несвоевременном сборе сырья и др. То есть, зола – показатель качества заготовленного сырья, а определение элементного состава зольного остатка растительного происхождения позволяет получить сведения о месте произрастания и возможности постоянного сбора лекарственного сырья [2].

Растения рода горец (*Polygonum* L.) семейства гречишных (*Polygonaceae*) широко известны и используются в официальной и народной медицине в качестве вяжущего, общеукрепляющего, кровоостанавливающего и диуретического средств при острых желудочно-кишечных заболеваниях, заболеваниях верхних дыхательных путей, геморроидальных и маточных кровотечениях, гипотензии, туберкулезе, язве желудка, дизентерии, малярии и разных опухолях, при мочекаменной и желчекаменной болезнях и как витаминное [7, 8].

Дикорастущая флора Казахстана включает 49 видов растений рода горец, содержащих различные группы биологически активных веществ, среди которых важное место занимают микроэлементы, тесно связанные с функцией ферментов, витаминов, обменными процессами в организме [5] и имеют лечебное значение. В малых дозах микроэлементы необходимы для нормального осуществления тканевого дыхания, свертывания крови, кроветворения, белкового обмена. Процесс накопления микроэлементов в растениях носит чаще всего избирательный характер.

Содержание макроэлементов в растениях, хотя и колеблется в зависимости от видовой специфичности, характеризуется относительно близкими величинами, тогда как различия в концентрации отдельных микроэлементов настолько велики, что придают каждому виду черты химической неповторимости. Видовая специфичность растений по микроэлементному составу и их количественному содержанию представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Каждый микроэлемент играет в организме растений, животных и человека определенную роль. Медь и железо, например, необходимы для кроветворения. Они активизируют работу ферментов и входят в состав некоторых из них, ускоряют их окислительно-восстановительные процессы. При недостатке меди и железа развивается анемия, наблюдается нарушение роста и развития. Марганец участвует в окислительно-восстановительных реакциях процессов дыхания, кроветворения и размножения. Кобальт входит в состав витамина В₁₂. Значение цинка велико и разнообразно. Он влияет на рост, воспроизводительную функцию, кроветворение, белковый и углеводный обмен. Цинк входит в состав ферментов и активизирует их действие. Кроме того, цинк действует как антиоксидант, необходимый для синтеза протеина и заживления ран. Он связан с действием более чем 30 энзимов, способен связываться с риновирусами, вызывающими простуду, и лишать их способности к размножению [5]. Выяснено, что при дефиците никеля появляются глазные заболевания, которые нередко переходят в слепоту. Большое значение приобретают микроэлементы при лечении таких тяжелых заболеваний как болезни крови, злокачественные опухоли [4].

Особый интерес в этом отношении представляют лекарственные растения, так как при их использовании в виде суммарных препаратов, лечебное действие содержащихся в них фармакологически активных веществ может успешно сочетаться с действием микроэлементов. Действуя через ферментную систему или непосредственно связываясь с биополимерами растений, микроэлементы могут стимулировать и ингибировать процессы роста, развития и репродуктивную функцию растений. Изучение значения микроэлементов в обмене веществ растений необходимо для выявления новых возможностей управления их продуктивностью, поскольку микроэлементы могут выступать как специфические и как неспецифические регуляторы обмена веществ. Составной частью общебиологической проблемы выяснения значения микроэлементов в отдельных звеньях обмена веществ является вопрос о взаимодействии микроэлементов с ДНК. Актуальность этого аспекта определяется действием ионов металлов во многих биологических процессах, происходящих с участием нуклеиновых кислот. Ионы металлов можно рассматривать как фактор, участвующий в создании необходимой для выполнения биологической функции конформации макромолекул [4].

Состав микроэлементов исключительно своеобразен, причем в золе некоторые элементы могут служить своеобразным индикатором почвы, на которой произрастали собранные растения. Иногда растения обладают способностью избирательно поглощать из почвы только те элементы, которые необходимы для их жизнедеятельности [6].

Существует взаимосвязь между накоплением в растениях определенных групп физиологически активных соединений и концентрированием в них микроэлементов. Так, растения, продуцирующие сердечные гликозиды, избирательно накапливают марганец, молибден и хром; растения, продуцирующие алкалоиды, накапливают кобальт, цинк, марганец, реже – медь; продуцирующие сапонины – молибден и вольфрам, а терпеноиды – марганец.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования служили фармакопейные растения: горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), горец перечный (*Polygonum hydropiper* L.) и горец земноводный (*Polygonum amphibium* L.) Сбор, сушка и хранение сырья, а также отбор проб для анализа проводили по требованиям ГФ РК [11].

Микро- и макроэлементный состав растительного сырья определяли с помощью атомно-адсорбционного спектрометра Shimadzu AA-

6200 («Shimadzu», Япония). Пробу на анализ готовили по общепринятой методике [4] и требованиям ГФ РК [11]. Растительное сырье измельчали и сжигали в фарфоровом тигле при температуре 500-600°C в муфельной печи до образования зольного остатка. Зола растворяли в 1 н растворе HNO₃ и далее проводили анализ по методике. В качестве стандартного раствора использовали 1 н раствор азотной кислоты. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

При изучении микро- и макроэлементного состава нескольких видов рода *Polygonum* L. представленных в таблице, выявлено следующее: наибольшее количество отдельных микроэлементов по массе выявлено у *P. hydropiper*, наименьшее – у *P. aviculare*. Кроме того, очевидны различия в содержании элементов (отмечено точками). Все указанные элементы доминируют в горце земноводном.

Содержание микроэлементов в исследованных объектах не превышает предельно допустимых норм [11]. Однако видно также, что растения этих видов горца извлекают из почвы только те элементы, которые необходимы им для жизнедеятельности и для продуцирования важнейших групп биологически активных веществ (полифенольные соединения, витамины, коферменты).

Таблица 1 – Макро-и микроэлементный анализ некоторых растений рода *Polygonum* L.

Элементы, мкг/мл	<i>P. amphibium</i>	<i>P. aviculare</i>	<i>P. hydropiper</i>
Na	187.7	14.3	15.5
K	774.6	834.8	828.7
Mg	323.1	160.3	234.5
Cu	0.744	0.094	0.103
Ni	0.101	0.047	0.031
Fe	61.7	6.05	7.71
Mn	15.1	9.41	1.73
Zn	3.93	1.04	0.867
Ca	1220.7	268.3	308.2
Cd	–	0.037	0.011
Pb	–	–	–

Содержание меди меняется в растениях: *P. amphibium* > *P. hydropiper* > *P. aviculare*

Медь демонстрирует явление биоконцентрации, что обусловлено особенностями метаболизма горца птичьего. Известно, что медь входит в состав полифенолоксидазы – активатора в биогенезе фенольных соединений [3,4]. Недостаток меди отрицательно отражается на продуцировании фенольных соединений, а также пигментов, антоцианов, некоторых витаминов, ауксинов, белков. Сапонинсодержащие и алкалоидоносные растения также отличаются повышенным содержанием меди [6]. Медь содержащие синего цвета белки – пластоцианины – принимают участие в процессе фотосинтеза, являясь естественными антиоксидантами. Темно-зеленый фермент окисления жирных кислот в растениях – дегидратаза бутирил-КоА и аскорбатоксидаза – содержат в активном центре ионы меди.

Содержание цинка меняется в растениях: *P. amphibium* > *P. aviculare* > *P. hydropiper*

Цинк принимает активное участие в физиологических процессах растений, так как входит в состав активного центра целого ряда энзимов, в том числе и участвующих в биосинтезе полифенольных соединений. По некоторым данным, цинк повышает устойчивость растений к засухе и гипертермии [6]. Критическая концентрация цинка в растениях составляет 300 мг/кг. Подвижность и биодоступность цинка повышается в кислых легких почвах.

Количественное содержание марганца меняется: *P. amphibium* > *P. aviculare* > *P. hydropiper*, указывают на существование физиологического барьера, препятствующего накоплению марганца в ассимилирующих и генеративных

органах *Polygonum hydropiper* L. до фитотоксичных концентраций. Он входит в состав многих металлофлавопротеидов. принимающих участие в окислительно-восстановительных процессах в клетках растений [4, 6]. Данный элемент активирует ферменты, участвующие в синтезе моносахаров. производных циклопентанопергидрофенантрена. дубильных веществ, алкалоидов, витамина В₁₂. Количественное содержание танидов кореллирует с накоплением марганца в растениях. Его фитотоксичность увеличивается в кислой среде и он по-видимому, является антагонистом меди.

Никель (*P. amphibium* > *P. aviculare* > *P. hydropiper*) оказывает неспецифическое действие на целый ряд металлоферментных комплексов, участвуя во многих биохимических реакциях, в том числе и в синтезе биологически активных соединений. никель является стабилизирующим фактором для антоциановых пигментов и его значительные количества отмечаются в цветках флавоноидосодержащих растений [4].

Следует отметить, что в изученных фармакопейных видах горцев присутствуют и такие элементы как свинец и кадмий, которые принято считать токсичными. Однако в природе нет токсичных и нетоксичных химических элементов, есть токсичные и нетоксичные концентрации. Концентрации данных микроэлементов достаточно низки во всех органах исследуемых растений, что является показателем чистоты почв в месте их произрастания. Калий, натрий, кальций и магний доминируют во всех, однако индивидуальный набор элементов в каждом виде специфичен и связан с доминирующими группами БАВ в этих видах.

Литература

- 1 Касимов Н.С. Геохимические принципы эколого-географической систематики городов // Экогеохимия городских ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – С. 20-36.
- 2 Протасова Н.А. Микроэлементы: биологическая роль, распределение в почвах, влияние на распространение заболеваний человека и животных // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 12. – С. 32.
- 3 Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России : учеб. и справочное пособие – М., 2000. – 672 с.
- 4 Тарасова, Т.Ф. Комплексная оценка степени загрязнения растений придорожной территории улиц промышленного города // Вестник ОГУ. – 2002. – №3. – С. 15-20.
- 5 Тарасова, Т. Ф. Химия окружающей среды : учеб. пособие. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2001. – 41 с.
- 6 Шайхутдинова, А. А. Скрининговая оценка содержания тяжелых металлов в горце птичьим // Вавиловские чтения – 2009 : материалы Международной научно-практ. конф. – Саратов, 2009. – С. 175-176.
- 7 Лазарев А.В., Недопекина С.В. Обзор рода *Polygonum* L.// Научные ведомости. – 2009. – Т. 11. – Вып. 66. – С. 18-24.
- 8 Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных, Наука. – Новосибирск, 2004. – 240 с.
- 9 Рахметова А.А., Мельдеханов Т.Т., Мухаметгалиев А.Г. Современные проблемы фармации. – Алма-Ата, 1989. – С. 102.

- 10 Боровский В.М. Микроэлементы в биосфере Казахстана. – Алматы, Наука, 1981. – С. 3-96.
- 11 Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – Алматы – 2008. – Т.1. – 592 с.

References

- 1 Kasimov N.S. Geohimicheskie principy jekologo-geograficheskoy sistematiki gorodov // Jekogeohimija gorodskih landshaftov. – M. : Izd-vo MGU, 1995.-S. 20-36.
- 2 Protasova N.A. Mikrojelementy: biologicheskaja rol', raspredelenie v pochvah, vlijanie na rasprostranenie zabojevanij cheloveka i zhivotnyh // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. – 1998. -№ 12. – S. 32.
- 3 Protasov, V. F. Jekologija, zdorov'e i ohrana okruzhajushhej sredy v Rossii : ucheb. i spravocnoe posobie – M. : 2000. – 672 s.
- 4 Tarasova, T.F. Kompleksnaja ocenka stepeni zagryznenija rastenij pridorozhnoj ter-ritorii ulic promyshlennogo goroda // Vestnik OGU. – 2002. -№3.- S. 15-20.
- 5 Tarasova, T. F. Himija okruzhajushhej sredy : ucheb. posobie. – Orenburg : Izd-vo OGU, 2001. – 41 s.
- 6 Shajhutdinova, A. A. Skriningovaja ocenka sodержanija tjazhelyh metallov v gorce ptich'em // Vavilovskie chtenija – 2009 : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konf. – Saratov, 2009. – S. 175-176.].
- 7 Lazarev A.V., Nedopekina S.V. Obzor roda Polygonum L.// Nauchnye vedomosti.- 2009.- T. 11.- Vyp. 66. – S. 18 – 24.
- 8 Vysochina G.I. Fenol'nye soedinenija v sistematike i filogenii semejstva gre-chishnyh, Nauka, Novosibirsk, 2004, 240 s.
- 9 Rahmetova A.A., Mel'dehanov T.T., Muhametgaliev A.G. Sovremennye problemy farmacii. Alma-Ata.: 1989, S.102.
- 10 Borovskij V.M. Mikrojelementy v biosfere Kazahstana. A., Nauka, 1981, s.3-96.
- 11 Gocydarstvennaja Farmakopeja Pecpybliki Kazahctan. Almaty – 2008. – Т.1. – 592 s.