

И.Н.Остапко

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН УКРАИНЫ

анализ, полезные растения, элементы

В последние годы всё более актуальной становится проблема использования растительного сырья как источника элементов для сельскохозяйственных животных и человека. При этом микроэлементы, находящиеся в растениях, чаще всего связаны с биологически активными веществами органической природы и лучше усваиваются организмом, чем различные неорганические препараты химических элементов. О связи химического состава всех живых организмов с химическим составом окружающей среды стало известно из работ В.И. Вернадского [2] и А.Л. Ковалевского [7]. Растения поглощают из почвы разные элементы в зависимости от направления биосинтеза и их химического состава. Избирательность растений к определённым элементам различна, и, как отмечал А.П. Виноградов, является их видовым, а иногда и родовым признаком [3]. Многолетние исследования лекарственных растений, проводимые на кафедре фармакогнозии I Московского медицинского института, позволили выявить в них зависимость между биологически активными веществами и микроэлементами. Так, растения, содержащие терпеноиды, сапонины, сердечные гликозиды, витамины, накапливают марганец; алкалоиды тропанового и изохинолинового рядов – марганец, медь и кобальт; полисахариды – хром и ванадий; фенольные соединения (флаваноиды, кумарины, дубильные вещества, производные антрацена) – медь [11]. Изучение минерального состава полезных растений способствует направленному поиску видов, накапливающих как отдельные жизненно важные элементы, так и их различные сочетания. Однако этому вопросу пока уделяется мало внимания.

Химические элементы по их значению для живого организма разделяют на 4 группы: 10 важнейших (Ca, Mg, P, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Mo), 5 условно важных (B, Si, V, Ni, As), 7 токсичных (Al, Sb, Hg, Ba, Bi, Cd, Pb) и 6 потенциально токсичных (La, Sn, Ag, Sr, Ti, Zr) [37]. Эта классификация признана большинством специалистов, вопросы о биогенности некоторых элементов продолжают интенсивно изучаться. В последние годы стало известно о биологической роли Cr и Cd. Обнаружен дефицит этих элементов при сердечно-сосудистых заболеваниях [4]. Доказано участие Zn и Se в обеспечении иммунитета, а также роль Zn в процессах роста и нормальном функционировании половых желез. Установлено существование 24 Zn-зависимых ферментов, которые участвуют во всех основных процессах обмена веществ [8].

При недостатке или избытке элементов в окружающей среде у растений, животных и человека возникают тяжёлые эндемические заболевания, что связано с нарушением физиологических процессов, происходящих с их участием [1].

Целью настоящей работы явилось изучение уровней накопления элементов в наземной части некоторых видов полезных растений, интродуцированных в Донецкий ботанический сад НАН Украины (ДБС).

В течение 1992–2002 гг. нами было определено содержание элементов в наземной массе 73 видов травянистых растений из коллекций ДБС. Изученные растения относятся к 19 семействам и представляют три группы полезных растений [5, 6]: кормовые (31), лекарственные (33) и овощные (9). Образцы наземной части растений из коллекций ДБС (почва – чернозём обыкновенный, среднемошный, среднегумусный, тяжёлосуглинистый, pH – 7,3–7,7) отбирали

в фазе бутонизации - начале цветения и подготавливали к анализу по общепринятой методике [10]. Содержание 29 элементов измеряли на приборе «Спектроскан» рентгенофлуоресцентным методом [9]. В качестве стандартного образца принят образец злаковой травосмеси [13]. Статистическая обработка данных проведена с помощью прикладных программ на персональном компьютере. Полученные результаты достоверны при $P < 0,05$.

Результаты проведенных исследований позволили установить, что изученные растения наряду с важнейшими (Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Mo) содержат условно важные (V, Ni, As), токсичные (Sb, Hg, Ba, Bi, Cd, Pb), потенциально токсичные (Sn, Ag, Sr, Ti, La, Zr), а также некоторые другие элементы (Br, Rb, Nb, Cs, Se, Sc). При этом уровни накопления большинства элементов изменяются в широких пределах. В некоторых случаях максимальные величины превышают минимальные в 2,0 (для Sc) – 22,9 (для Fe) раз. Такие различия позволяют отобрать виды с высоким содержанием как отдельных элементов, так и в комплексе. Нами были выделены виды с большим содержанием важнейших элементов: *Aconitum karacolicum* Rapcs. (Ca – 8038,81; Fe – 229,89; Mn – 105,33; Cu – 2,41; Zn – 39,61; Co – 0,06; Cr – 0,74; Mo – 3,39 мг/кг сухой массы), *Aerva lanata* Juss. (табл.), *Convallaria majalis* L. (соответственно – 6280,00; 1245,43; 169,02; 2,87; 54,35; 0,07; 0,76; 2,13), *Glycyrrhiza glabra* L. (9791,25; 573,23; 160,16; 3,41; 44,91; 0,08; 0,92; 3,16), *Lactuca sativa* L. (12301,08; 515,70; 149,97; 3,76; 74,04; 0,09; 1,02; 4,29), *Lophanthus tibeticus* C.Y.Wu & Y.C.Huang (8642,70; 281,99; 95,16; 4,17; 32,31; 0,05; 0,71; 3,07), *Monarda fistulosa* L. (6190,53; 626,25; 90,14; 2,21; 27,45; 0,05; 0,53; 4,35), *Oenothera biennis* L. (9100,00; 1359,78; 218,42; 3,32; 43,21; 0,07; 0,84; 3,26), *Potentilla erecta* (L.) (7009,47; 551,94; 107,55; 2,36; 36,65; 0,05; 0,59; 3,17), *Scutellaria baicalensis* Georgi (9059,75; 229,84; 105,10; 2,69; 34,28; 0,06; 0,76; 4,27), *Silybum marianum* (L.) Gaertn. (5150,55; 1189,51; 141,22; 1,41; 26,83; 0,05; 0,57; 3,92), *Symphytum officinale* L. (6680,72; 263,94; 76,20; 2,13; 27,46; 0,04; 0,55; 4,25), *Stellaria media* (L.) Vill. (табл.), *Tussilago farfara* L. (10400,00; 859,23; 166,92; 3,77; 65,58; 0,08; 0,97; 2,21), *Urtica dioica* L. (4846,68; 182,59; 68,27; 1,43; 23,43; 0,04; 0,49; 2,09), *Valeriana officinalis* L. (11699,94; 1162,14; 194,23; 4,35; 54,42; 0,09; 1,01; 5,24) (табл.). Лидирующее положение по содержанию Se занимают *Allium ramosum* L. (0,09), *Althaea armeniaca* Ten. (0,08), *A. broussonetii* Iljin (0,09), *Bidens tripartita* L. (0,09), *Calendula officinalis* L. (0,07), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (0,11), *Echinacea purpurea* (L.) Moench (0,08), *Hyssopus officinalis* L. (0,10), *Inula helenium* L. (0,07), *Lactuca sativa* L. (0,09), *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (0,09), *Levisticum officinale* Koch. (0,09), *Pastinaca sativa* L. (0,10), *Tussilago farfara* L. (0,07), *Valeriana officinalis* L. (0,08); по Zn – *Allium ramosum* (80,15), *Astragalus dasyanthus* Pall. (67,55), *Bidens tripartita* (77,87), *Capsella bursa-pastoris* (95,53), *Hyssopus officinalis* (89,45), *Kitaibelia vitifolia* Willd. (62,94), *Lactuca sativa* (74,04), *Leonurus quinquelobatus* (81,68), *Levisticum officinale* (74,57), *Pastinaca sativa* (69,13), *Rumex palientica* L. (54,19), *Tussilago farfara* (65,58).

Большие колебания в содержании элементов отмечены как у представителей одного семейства, так и у видов одного рода. Например, у видов из семейства *Malvaceae* Juss. содержание Mn варьирует от 83,34 (*Malva crispa* L.) до 160,07 (*Kitaibelia vitifolia*), а Cd – от 0,34 (соответственно у этих же видов) до 0,40, у видов из семейства *Poaceae* Varnhart содержание Zn – от 32,00 (*Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl) до 56,97 мг/кг (*Bromopsis biberstenii* (Roem. et Schult.) Holub). Особенно велики различия в содержании этих элементов у разных видов рода *Rumex* L.: Zn – от 29,62 (*Rumex crispus* L.) до 54,19 (*Rumex palientica*), Bi – от 0,03 (*Rumex crispus*) до 0,07 (*Polygonum aviculare* L.) мг/кг сухой массы. Среди изученных видов есть виды, склонные к максимальному накоплению нескольких элементов в различных сочетаниях. Так, например, *Bidens tripartita*, *Lactuca sativa* 'My Vander' содержит значительное количество Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Bi, As, Rb, Br, Cr, La, *Oenothera biennis* L. – Fe, Mn, Sn, Cd, Mo, Zr, *Kitaibelia vitifolia* – Ca, Sr, Ba, *Onobrychis hajastana* Grossh. – V и Ti.

Таблица Содержание элементов в надземной части лекарственных растений, мг/кг сухой массы

Элемент	<i>Aerva lanata</i> Juss.		<i>Polygonum aviculare</i> L.		<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Ca	6922,39±207,62	7,25	7274,89±244,78	6,73	7420,76±133,17	6,95
Fe	2415,91±56,05	6,39	343,02±11,67	9,00	736,28±30,58	9,46
Mn	277,31±5,70	6,72	111,07±1,62	2,92	136,73±5,28	9,58
Zn	27,76±0,44	5,33	43,23±1,91	9,86	39,03±1,31	9,05
Cu	2,03±0,05	9,11	2,33±0,08	8,09	2,39±0,07	9,18
Co	0,05±0,002	8,94	0,06±0,002	7,21	0,06±0,004	9,79
Cr	1,55±0,05	3,89	0,79±0,02	4,20	0,74±0,03	8,61
Mo	2,44±0,07	6,54	3,54±0,07	3,69	4,68±0,14	8,72
V	0,44±0,01	5,72	0,38±0,01	5,39	0,36±0,01	9,40
Ni	0,58±0,01	7,88	0,78±0,03	7,00	0,66±0,03	9,79
As	0,18±0,005	8,77	0,21±0,01	5,92	0,20±0,006	7,04
Se	0,04±0,001	9,34	0,05±0,002	7,35	0,05±0,003	9,23
Hg	0,02±0,0006	8,65	0,03±0,0009	6,33	0,03±0,0009	7,54
Ba	33,58±1,01	4,85	39,71±1,41	8,67	41,88±0,90	6,47
Bi	0,06±0,002	9,65	0,07±0,002	6,90	0,07±0,004	9,84
Pb	1,15±0,03	6,78	1,47±0,02	2,24	1,15±0,02	5,43
Cd	0,36±0,01	5,44	0,44±0,01	6,83	0,52±0,02	9,13
Sn	0,14±0,004	3,97	0,16±0,005	2,41	0,20±0,01	8,50
Ag	0,10±0,003	7,14	0,10±0,003	4,56	0,13±0,004	9,36
Sr	19,20±0,56	5,06	31,68±0,34	2,12	24,21±0,56	6,97
Ti	10,45±0,30	5,43	9,40±0,29	6,18	8,61±0,29	9,82
La	1,33±0,04	3,90	1,64±0,05	5,99	1,48±0,07	9,88
Zr	1,19±0,04	8,67	1,54±0,07	8,76	1,70±0,05	9,15

Таким образом, проведенные исследования показали, что содержание элементов в надземной массе изученных растений специфично для отдельных видов. Выделены виды с максимальным содержанием как отдельных жизненно важных элементов, так и их различных сочетаний. Полученные данные имеют значение для характеристики региональных особенностей накопления 29 химических элементов в полезных растениях из коллекций Донецкого ботанического сада НАН Украины.

1. *Авцын А.П., Жворонков А.А., Риш М.А. и др.* Микроэлементы человека: этнология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. *Вернадский В.И.* Живое существо. – М.: Наука, 1978. – 358 с.
3. *Виноградов А.П.* // Микроэлементозы в жизни растений и животных. – 1952. – С. 7–20.
4. *Гринкевич Н.И., Баландина И.А.* Геохимическая экология лекарственных растений – новое направление в фармакогнозии // Фармация. – 1982. - № 3. – С. 17–19.
5. *Гроссгейм А.А.* Растительные ресурсы Кавказа. – Баку: Б.и., 1946. – 671 с.
6. *Жуковский П.М.* Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос, 1971. – 750 с.
7. *Ковалевский А.Л.* Биогеохимия. – Новосибирск: Наука, 1991. – 290 с.
8. *Ловкова М.Я., Рабинович А.М., Пономарева С.М. и др.* – Почему растения лечат. – М.: Наука, 1990. – 255 с.
9. *Методологические указания по проведению энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа растительных материалов.* – М.: Колос, 1983. – 47 с.
10. *Методы биохимического исследования растений / А.И.Ермаков, В.В.Арасимович, М.И.Смирнова-Иконникова и др.* – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
11. *Ноздрюхина Л.Р., Семенович Н.И., Юрнев П.Н.* Иммунопатология, микроэлементы, атеросклероз. – М.: Б.и., 1973. – 237 с.
12. *Попов А.И.* Элементный состав лекарственного сбора для лечения гипертонической болезни // Раст. ресурсы. – 1995. – **31**, вып. 1. – С. 67–71.
13. *Свидетельство на государственный стандартный образец состава злаковой травосмеси СБМТ-02 № 3170-85.* – Новосибирск: Б.и., 1986. – 36 с.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 14.04.2003

УДК 581.19: 582: 635+633.2+633.8 (477.60)

Сравнительный анализ содержания элементов полезных растений из коллекций Донецкого ботанического сада НАН Украины / Остапко И.Н. // Промышленная ботаника. – 2003. – Вып. 3. – С. 87–90

В Донецком ботаническом саду НАН Украины в течение 1992–2002 гг. был определён элементный состав надземной части 73 видов травянистых растений из 19 семейств и 51 рода в фазе бутонизации – начале цветения. По характеру использования они относятся к трём хозяйственно-полезным группам: кормовым, лекарственным и овощным. Результаты исследований могут быть использованы для прогнозирования содержания отдельных элементов или их комплексов в изученных группах растений.

UDC 581.19 : 582: 635+633.2+633.8 (477.60)

The comparative analysis of the contents of elements of useful plants from collections of Donetsk Botanical Gardens of Nat. Acad. Sci. of Ukraine / Ostapko I.N. // Industrial botany. – 2003. – V. 3. – P. 87–90

The research of element composition of the above-ground crops in 73 species of herbaceous plants of 19 families and 51 genera during the phase of budding – beginning of blossom was being held in the Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. Sci. of Ukraine in the period of the years 1992–2002. As for their use, these plants belong to three economically beneficial groups: fodder, medicinal and vegetable. The results of investigation can be used for prognosticating the content of certain elements or their complexes in the groups of plants under investigation.