

## ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ (НА ПРИМЕРЕ ЛИСТЬЕВ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ И ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ)

А. И. Сливкин, О. В. Тринеева

*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»*

Поступила в редакцию 29.01.2016 г.

**Аннотация.** Проведено исследование элементного состава лекарственного растительного сырья методом масс-спектрометрии (на примере листьев крапивы двудомной и плодов облепихи крушиновидной). Установлено, что сырье крапивы двудомной накапливает значительно больше микро- и ультрамикроэлементов, чем плоды облепихи крушиновидной. В то же время содержание тяжелых металлов также вдвое больше в листьях крапивы двудомной. Содержание токсичных элементов во всех исследуемых образцах не превышает допустимых норм. Результаты исследований свидетельствуют о необходимости контроля за содержанием в сырье не только токсичных тяжелых металлов, но и других, в том числе эссенциальных микроэлементов, которые в высоких концентрациях могут быть опасными для здоровья человека. Особенно это актуально относительно сырья, заготавливаемого от дикорастущих растений, произрастающих на различных, в том числе и экологически неблагоприятных территориях.

**Ключевые слова:** элементный состав, масс-спектрометрия, листья крапивы двудомной, плоды облепихи крушиновидной.

**Abstract.** A study of the elemental composition of medicinal plants by mass spectrometry (for example, nettle leaves and fruits of sea buckthorn). It was found that the raw nettle accumulates much more micro and ultramicroelements than the fruits of sea buckthorn. At the same time, the content of heavy metals is also twice the leaves of nettle. The content of toxic elements in all investigated samples does not exceed the permissible limits. The research results indicate the need for control over the content in the raw material is not only toxic heavy metals, but also others, including essential trace elements, which in high concentrations can be dangerous for human health. This is especially true with respect to raw materials harvested from wild plants growing at various, including environmentally sensitive areas.

**Keywords:** elemental composition, mass spectrometry, nettle leaves, fruits of sea buckthorn.

Известно, что микроэлементы могут быть активаторами или ингибиторами процессов роста, развития растений и регуляции их продуктивности; выступать как компоненты ферментных систем или их коферментов. Из встречающихся в природе элементов 81 обнаружен в организме человека, при этом 15 из них (железо, йод, медь, цинк, кобальт, хром, молибден, никель, ванадий, селен, марганец, мышьяк, фтор, кремний, ли-

тий) признаны эссенциальными, т.е. жизненно необходимыми [1]. Минеральные компоненты растения подчеркивают его терапевтическую значимость и позволяют использовать данный вид в дальнейшем для комплексного создания лекарственных средств [1]. Лекарственное растительное сырье (ЛРС), предназначенное для получения фитопрепаратов с применением различных приемов экстрагирования в промышленных или домашних условиях и препаратов без предварительного экстрагирования, мало изучено на пред-

мет элементного состава. Следовательно, особую актуальность приобретает исследование макро-, микро- и ультрамикроэлементного состава ЛРС.

Цель работы - исследование элементного состава лекарственного растительного сырья методом масс-спектрометрии (на примере листьев крапивы двудомной и плодов облепихи крушиновидной).

### **МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА**

Объектами исследования являлись высушенное измельченное ЛРС крапивы двудомной (КД) отечественного производителя, соответствующее требованиям нормативной документации и измельченные высушенные плоды дикорастущей облепихи крушиновидной (ОК), собранные в Воронежской области согласно правилам заготовки ЛРС.

Полный макро-, микро- и ультрамикроэлементный состав изучаемого ЛРС проводили в соответствии с методическими указаниями 4.1.1483-03 «Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой» [2]. Из измельченного сырья отбирались образцы для анализа, которые подвергались кислотному разложению смесью кислот с использованием систем микроволновой пробоподготовки. Навеску образца помещали во фторопластовый вкладыш и добавляли 5 мл смеси азотной и плавиковой кислот. Автоклав с пробой во вкладыше помещали в микроволновую печь и разлагали пробу, используя специальную программу температурного режима разложения. Растворенную пробу количественно переносили в пробирку объемом 15 мл, трехкратно встряхивая вкладыш с крышкой с 1 мл деионизованной воды и перенося каждый смыв в пробирку, доводили объем до 10 мл деионизованной водой, закрывали и перемешивали. Автоматическим дозатором со сменным наконечником отбирали аликвотную часть 1 мл и доводили до 10 мл 0,5%-ной азотной кислотой, закрывали защитной лабораторной пленкой и анализировали методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе «ELAN-DRC». Для контроля правильности определения использовали метод добавок. Рабочие стандартные растворы для этого готовили путем смешивания нескольких опорных многоэлементных стандартных растворов для масс-спектрометрии, производства Perkin-Elmer или

аналогичные, содержащих разные группы элементов. Используемые референс-стандарты: ГСО состава травосмеси (Тр-1), ГСО 8922-2007; ГСО состава элодеи канадской (ЗК-1), ГСО 8921-2007; ГСО состава листа березы (ЛБ-1), ГСО 8923-2007.

### **ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Результаты определения приведены в таблице 1.

Проведенный анализ показал, что в сырье КД представлен широкий спектр эссенциальных элементов (микроэлементов). Наибольшее содержание в листьях отмечено для элементов – К, Са, Р, Mg, Cu, Fe, Mn, Sr, Se, Al, Ba, Zn и В. Можно отметить высокое содержание фосфора и марганца, что согласуется с их важной ролью в процессе биосинтеза продуктов первичного и вторичного метаболизма. Фосфор, в организме человека, участвует во всех видах обмена веществ, необходим для нормального функционирования нервной системы, сердечной мышцы. Довольно высокое содержание магния объясняется тем, что он входит в состав хлорофилла, которого, как известно, много в листьях КД. Магний способствует выведению холестерина из организма, усилению перистальтики кишечника и секреции желчи. Селен стимулирует образование антител, белых кровяных клеток, клеток-киллеров, макрофагов и интерферона, участвует в выработке эритроцитов, входит в состав большинства гормонов, ферментов и некоторых белков, защищает организм от токсичных проявлений ртути, кадмия, свинца, таллия и серебра. Известна роль селена как сильного антиоксиданта. Са участвует в процессах передачи нервных импульсов, участвует в регуляции сократимости скелетных и сердечных мышц, влияет на кислотно-щелочное равновесие организма, обеспечивает активность ряда ферментов, необходим для функционирования клеточных мембран, способствует стабилизации тучных клеток, тормозит высвобождение гистамина, является фактором свертываемости крови, снижает в крови содержание холестерина и участвует в формировании иммунного ответа [3,4]. Распределение элементов в общей сумме минерального комплекса листьев КД приведено на рис. 1.

Сырьё ОК также содержит широкий спектр элементов. Можно отметить высокое содержание в плодах К, Na, Cu, Ni, Cr и Zn. В оптимальной физиологической потребности отмечается содержание цинка и меди. Известно, что достаточное количество цинка активизирует Т-клеточный иммунитет. Медь участвует в окислительном фос-

Результаты исследования элементного состава изучаемого ЛРС, мкг/г (в пересчете на абсолютно сухое сырье)

№ п/п	Элемент	Содержание, мкг/г		
		Листья КД	Листья крапивы коноплевой [1]	Плоды ОК высушенные
Макроэлементы				
1	Калий	27079.5600	Более 60000	19286.98
2	Кальций	57058.4400	62000	1310.28
3	Натрий	18.7146	380.00	218.136
4	Фосфор	7273.8300	1700	3411.12
5	Магний	5463.4200	4700	767.38
Микро- и ультрамикроэлементы				
6	Бром	5628.8100	5.100	Менее 50.00
7	Ванадий	0.5250	0.1300	0.1830
8	Висмут	0.0555	0.00250	0.0050
9	Вольфрам	0.3008	0.0810	0.1513
10	Гадолиний	0.0122	0.00960	0.00305
11	Галлий	0.0944	0.034	0.03782
12	Гафний	0.0013	0.0020	0.001464
13	Германий	0.0077	0.0300	0.00107
14	Гольмий	0.0017	0.00160	0.00041
15	Диспрозий	0.0084	0.00820	0.002318
16	Европий	0.0021	0.00130	0.000915
17	Железо	541.4580	130.00	60.2436
18	Золото	0.0012	0.00017	0.005856
19	Йод	0.5883	Менее 0.0001	0.3294
20	Иттрий	0.0477	0.0400	0.008784
21	Иттербий	0.0026	0.00330	0.0005246
22	Кадмий	0.0165	0.0230	0.020252
23	Кобальт	0.2364	0.2900	0.073322
24	Лантан	0.0888	0.0670	0.02684
25	Лютеций	0.0006	0.00059	Менее 0.0001
26	Марганец	29.2374	43.000	15.067
27	Медь	7.5036	4.700	6.2708
28	Молибден	3.3411	0.670	1.5006
29	Мышьяк	0.2631	0.130	0.08906
30	Неодим	0.0699	0.0530	0.01952
31	Никель	Менее 0.0001	0.410	1.525
32	Ниобий	0.0056	-	0.004148
33	Олово	0.0566	0.0130	0.013176
34	Платина	Менее 0.0001	-	Менее 0.001
35	Празеодим	0.0120	0.0140	0.004636
36	Ртуть	0.0087	0.0080	0.00854
37	Рубидий	5.2614	23.00	5.1728
38	Самарий	0.0085	0.0110	0.00244
39	Свинец	0.3497	0.2200	0.18422
40	Селен	16.0395	0.3200	0.25132
41	Серебро	0.0216	0.00790	0.013542
42	Скандий	0.6105	-	0.7686
43	Стронций	116.5500	420.00	4.0138
44	Сурьма	0.0179	-	0.013664
45	Таллий	0.0169	0.00480	0.003599
46	Тантал	0.0010	Менее 0.0001	0.0010736
47	Тербий	0.0020	0.00150	0.0007442
48	Титан	3.4521	3.100	1.2200
49	Торий	0.0200	0.0120	0.007198
50	Тулий	0.00043	0.00054	0.00008662
51	Уран	0.0048	0.0100	0.001708
52	Хром	3.8850	0.2300	4.2578
53	Цезий	0.01332	Менее 0.0001	0.004514
54	Церий	0.1554	0.1100	0.05002
55	Цинк	22.8438	32.00	19.337
56	Цирконий	0.1332	0.0560	0.09394
57	Эрбий	0.0034	0.00400	0.00062
58	Литий	0.1289	20.00	0.1257
59	Алюминий	54.0681	34.00	16.2626
60	Барий	34.9650	48.00	1.1877
61	Бериллий	Менее 0.001	-	Менее 0.001
62	Бор	51.9924	-	18.1536

форилировании, влияет на функции желез внутренней секреции, оказывает инсулиноподобное действие и обуславливает антиоксидантную активность. Велико ее значение в процессах кроветворения, при синтезе гемоглобина и фермента цитохрома [1].



Рис. 1. Распределение элементов в общей сумме минерального комплекса листьев КД.

Содержание токсичных элементов во всех исследуемых образцах не превышает допустимых норм [5]. Распределение элементов в общей сумме минерального комплекса плодов ОК приведено на рис. 2.



Рис. 2. Распределение элементов в общей сумме минерального комплекса плодов ОК.

Данные рис. 1 и 2 свидетельствуют о том, что сырье КД накапливает значительно больше микро- и ультрамикроэлементов, чем плоды ОК. В то же время содержание токсичных металлов также вдвое больше в исследуемом образце листьев КД.

Неорганические элементы наряду с органическими веществами играют весомую роль в проявлении фармакологического эффекта. Поэтому представляет интерес провести сравнительную характеристику их накопления в листьях различных видов растения (на примере рода *Urtica L.*) (табл. 1). Анализ результатов элементного состава листьев крапивы двудомной и крапивы коноплевой (табл. 1) в очередной раз подтверждает систематическую и генетическую близость этих двух видов. Однако, элементный состав значительно зависит от экологического благополучия места произрастания растения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведено исследование элементного состава ЛРС методом масс-спектрометрии (на примере листьев крапивы двудомной и плодов облепихи крушиновидной). Результаты исследований свидетельствуют о необходимости контроля за содержанием в сырье не только токсичных тяжелых металлов, но и других, в том числе эссенциальных микроэлементов, которые в высоких концентрациях могут становиться опасными для здоровья человека. Особенно это актуально для видов ЛРС, заготавливаемых от дикорастущих растений, произрастающих на различных, в том числе и экологически неблагоприятных территориях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пецуха В.С. Изучение элементного состава крапивы коноплевой / В.С. Пецуха, Е.П. Чебыкин, Г.М. Федосеева // Сибирский медицинский журнал. — 2008. — №6. — С. 88-90.
2. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. МУК 4.1.1483-03.
3. Сорокина А.А. Определение кальция и магния в листьях и настое крапивы двудомной / А.А. Сорокина, Т.А. Скалозубова, А.И. Марахова // Фармация. — № 2. — 2013. — С. 5-8.
4. Скалозубова Т.А. Количественное определение кальция и магния в листьях и настое крапивы двудомной / Т.А. Скалозубова, А.И. Марахова, А.А. Сорокина // Сборник научных трудов: «Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции». — Пятигорск. — 2012. — С. 179-180.
5. СанПин 2.3.2. 1078-01 от 14.11.2001/22.03.02. «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (с изменениями и дополнениями 1-14). Разделы «Общие положения», «1.10. Биологически активные добавки к пище», «1.10.7. БАД на растительной основе, в.ч. цветочная пыльца». — 2009. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.service-holod.ru/SanPiN2/SanPiN\\_2\\_3\\_2\\_1078\\_01.htm](http://www.service-holod.ru/SanPiN2/SanPiN_2_3_2_1078_01.htm). — Загл. с экрана.
6. Государственная Фармакопея РФ XIII изд. ОФС «Определение тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах»; ФС «Крапивы

*Сливкин А. И., Тринеева О. В.*

двудомной листья». URL: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/11/materialy-po-deyatelnosti->

[deparatamenta/stranitsa-856/spisok-obschih-farmakopeynyh-statey](http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/11/materialy-po-deyatelnosti-deparatamenta/stranitsa-856/spisok-obschih-farmakopeynyh-statey)). (дата обращения 15.06.2015).

*Воронежский государственный университет  
Тринеева О. В., кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии  
E-mail: trineevaov@mail.ru*

*Voronezh State University  
Trineeva O. V., candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology  
E-mail: trineevaov@mail.ru*

*Сливкин А. И., д.фарм.н., проф., зав. каф. фармацевтической химии и фармацевтической технологии  
Тел.: 255-47-76  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*

*Slivkin A. Y., Full Professor, PhD, Dsci, Head of the pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology department  
Ph.: 255-47-76  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*