

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ

О. В. Тринеева, А. И. Сливкин, Б. Дортгулыев

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 08.09.2014 г.

Аннотация. Проведены исследование и анализ элементного состава плодов облепихи крушиновидной. Содержание токсичных тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, кадмий, свинец) в лекарственном растительном сырье не превышает допустимых нормативов. В исследуемом образце облепихи крушиновидной для хрома отмечено превышение предельно допустимой концентрации, установленной для овощей и зелени. Результаты исследований свидетельствуют о необходимости контроля содержания в сырье и тяжелых металлов, и других, в том числе эссенциальных микроэлементов, в высоких концентрациях представляющих опасность для здоровья человека.

Ключевые слова: плоды облепихи крушиновидной, элементный состав, тяжелые металлы.

Abstract. Conducted research and analysis of the elemental composition of the fruits of sea buckthorn. The content of toxic heavy metals (mercury, arsenic, cadmium, lead) in medicinal plant raw materials does not exceed acceptable standards. In the sample of sea buckthorn for chromium observed excess concentration limits established for the vegetables and herbs. The results suggest the need for control over the content in the raw materials and heavy metals, and other, including the essential trace elements in high concentrations pose a threat to human health. Keywords: fruits of sea buckthorn, elemental composition, heavy metals.

Keywords: fruits of sea buckthorn, elemental composition,

В последние годы наряду с интенсивно развивающимися исследованиями по изучению биологически активных соединений, входящих в состав лекарственных растений, актуальное значение приобретает установление содержания в них ряда химических элементов. Это обусловлено не только важной биологической ролью многих незаменимых микроэлементов, но и экологическими факторами. Рассматриваемой проблеме посвящен ряд публикаций [1-3].

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, литий) признаны эссенциальными. Минеральные ком-

поненты растения зачастую подчеркивают его терапевтическую значимость и позволяют использовать конкретный вид для создания лекарственных средств [1].

Плоды облепихи крушиновидной широко используются в официальной и народной медицине в качестве лекарственного сырья, содержащего витамины, органические кислоты, дубильные вещества, флавоноиды и жирное масло. Минеральные вещества, как компонент метаболизма растений, дополняют и усиливают лечебное воздействие на организм фитопрепаратов (например, они потенцируют адаптогенное действие сборов) [4]. Баланс макро- и микроэлементов в лекарственных растениях формируется вследствие функционирования сложных многофазных механизмов концентрирования и аккумуляции этих веществ, на которые влияют различные факторы, в том числе видовая специфичность растения. Для подавляющего большинства элементов установлена их биологическая роль [4].

В настоящее время свежие плоды облепихи используются в фармацевтической промышленности в качестве источника получения жирного масла, а также создания лекарственных препаратов на основе масла и шрота плодов. Учеными Сибири разработана концепция ресурсосберегающей технологии переработки биомассы облепихи, позволяющая решить проблемы рационального использования шрота, как побочного продукта в производстве облепихового масла, с сохранением биологически активных веществ [5-8].

Сырье облепихи крушиновидной заготавливается от дикорастущих растений, произрастающих на различных, в том числе и экологически неблагоприятных территориях. 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 предмет элементного состава. Следовательно, особую актуальность приобретает исследование микроэлементного состава ЛРС.

Цель работы – анализ и исследование элементного состава плодов облепихи крушиновидной.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования являлись плоды растения рода *Hipporhaes*, собранные в Воронежской области согласно правилам заготовки ЛРС в высушенном виде. Сушку плодов производили при $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до остаточной влажности не более 20%.

Подготовку образцов и определение микроэлементов проводили в соответствии с ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов», ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорб-

ционный метод определения токсичных элементов» [9,10], а также по методическим указаниям по атомно-абсорбционным методам определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье [11].

Определение мышьяка в исследуемых объектах проводили по ГОСТ Р 51766-2001 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка» [12] на ААС С-115-М1.

Для определения макроэлементов использован метод капиллярного электрофореза (КЭ) на приборе «Капель-105/105М» («Люмэкс», СПб, Россия). Метод измерений основан на кислотном разложении проб, дальнейшем разделении и количественном определении катионов. Детектирование компонентов проводят по косвенному поглощению при длине волны 267 нм [13]. Условия разделения: буфер: 10 мМ бензимидазол, 5 мМ винная кислота, 2 мМ 18-краун-6. Капилляр: Lэфф/ Lобщ = 50/60 см, ID=75 мкм. Ввод пробы: 150 мбар·с. Напряжение: + 25 кВ. Температура: + 20°C.

Определение фосфора проводили по ГОСТ 26657-97 «Методы определения содержания фосфора» титриметрическим методом [14].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты определения содержания элементов в исследуемом образце сырья, а также ПДК и оптимальные физиологические потребности потребления элементов для взрослого человека в сутки приведены в таблице 1 и на рис. 1. В таблице 1 указаны ПДК, которые установлены для овощей и зелени, и нормативы СанПин 2.3.2.1078-01 [15] для БАД на растительной основе, действующие и для оценки качества ЛРС согласно проекту ОФС «Определение тяжелых металлов в ЛРС» для Государственной фармакопеи XIII издания).

Таблица 1

Содержание микроэлементов в плодах облепихи крушиновидной, мг/кг (в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Элемент	Содержание элемента	ПДК, мг/кг	Оптимальная физиологическая потребность для взрослого человека в сутки, мг	Порог токсичности, мг/сут	Всасываемость, %
Железо	4.315	5	15.0 - 20.0	200	10
Медь	2.300	5	2.0 - 2.5	200	50
Цинк	6.992	10	10.0 - 12.0	600	50
Марганец	3.655	-	5.0 - 6.0	40	10
Кобальт	0.012	0,03	0.1 - 0.2	500	30
Никель	0.526	3	0.6 - 0.8	-	-
Хром	1.393	0.2	0.05	5	10
Свинец	0.480	6.0	-	-	-
Кадмий	0.033	1.0	-	-	-
Ртуть	0.032	0.1	-	-	-
Мышьяк	Менее 0.030	0.5	-	10	-

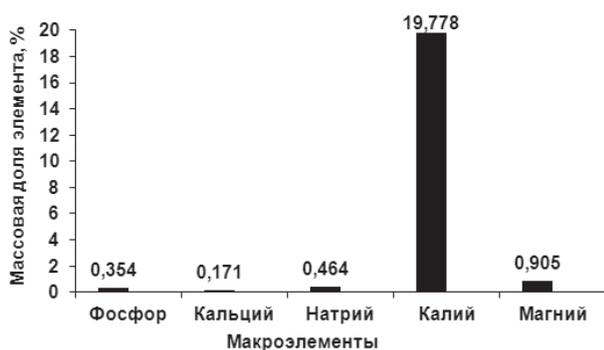


Рис. 1. Макроэлементный состав плодов облепихи крушиновидной.

Электрофореграмма модельного раствора катионов (аммоний; калий; натрий; магний; кальций), полученная на системе для КЭ «Капель-105/105М», представлена на рис. 2.

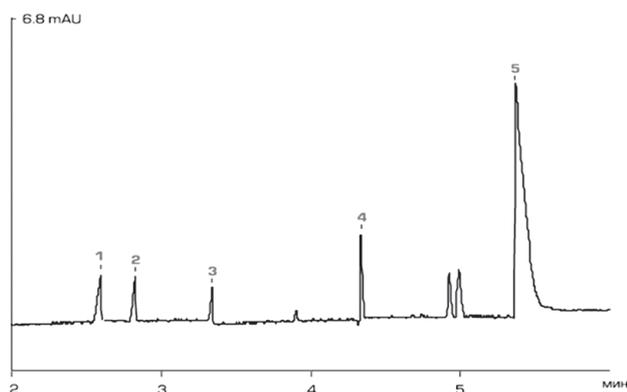


Рис. 2. Электрофореграмма модельного раствора катионов, полученная на системе для КЭ «Капель-105/105М» (1 – аммоний; 2 – калий; 3 – натрий; 4 – магний; 5 – кальций).

Проведённый анализ показал, что сырьё облепихи содержит широкий спектр эссенциальных элементов (микроэлементов), включающих Zn, Ni, Cr, Cu, Mn, Co, Mg. Можно отметить высокое содержание калия и фосфора, что согласуется с их важной ролью в процессе биосинтеза продуктов первичного и вторичного метаболизма. В оптимальной физиологической потребности отмечается содержание цинка и меди. Известно, что цинк активизирует Т-клеточный иммунитет.

Медь участвует в окислительном фосфорилировании, 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.

Среди большого количества химических веществ, поглощаемых дикорастущими растениями, особого внимания заслуживают мышьяк и его соединения, так как они способны к биоаккумуляции. Содержание токсичных тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, кадмий, свинец) в исследуемом образце ЛРС не превышает рекомендованных нормативов [16].

Следует помнить, что биогенность большинства тяжёлых металлов позволяет отнести их к микро- и ультрамикроэлементам, поэтому употребление терминов «тяжёлые металлы» и «микроэлементы» связано с их концентрацией в живых организмах и окружающей их среде. В исследуемом сырье облепихи крушиновидной для элемента хрома отмечено превышение ПДК (установлены для овощей и зелени) (табл. 1). Подобные нормативы для ЛРС не разработаны. В то же время, показатель зольности сырья (табл. 2), характеризующего общее количество элементов и минеральных примесей, не соответствует требованиям нормативной документации (НД) [17,18].

Неорганические элементы наряду с органическими веществами также играют весомую роль в проявлении фармакологического эффекта. Поэтому представляет интерес провести сравнительную характеристику их накопления в органах (плоды, листья и побеги) различных подвидов растения *Ruborphaes rhamnoides* L. (табл. 3 и 4). Для сравнительного исследования элементного состава различных подвидов и частей растения *Ruborphaes rhamnoides* L. использовали многочисленные литературные данные [5-8,19-21].

Анализ данных таблиц 3 и 4 свидетельствует о значительной зависимости элементного состава от органа, подвида растения, а также экологического благополучия места его произрастания.

Таблица 2

Результаты определения золы в плодах облепихи крушиновидной

№ п/п	Показатель	Результат, %	Требование по НД, %	Требование по ГФ республики Беларусь, %
1	Общая зола	3.320	Не более 3,0	Не более 1.0
2	Зола, нерастворимая в 10% HCl	0.0545		Не нормируется

Таблица 3

Сравнительная характеристика содержания микроэлементов в различных подвидах и частях растения *Hippophaes rhamnoides L.*, мг/кг

Объект исследования	Fe	Mn	Cr	Cu	Zn	Co	Ni	Pb	Cd	Hg	As
Исследуемые плоды	4.32	3.66	1.39	2.30	6.99	0.012	0.53	0.48	0.033	0.032	Менее 0.03
Шрот плодов [5]	3.30	0.92	-	0.98	0.40	0.001	0.006	-	-	-	-
Плоды китайской облепихи [19]	3264.28	93.68	2.54	Не обн.	40.44	-	4.99	1.22	-	-	24.80
Побеги облепихи [7]	310.00	30.00	-	5.30	9.90	0.95	-	-	-	-	-

Таблица 4

Сравнительная характеристика содержания макроэлементов в различных подвидах и частях растения *Hippophaes rhamnoides L.*, %

Объект исследования	K	Na	P	Ca	Mg
Исследуемые плоды	19.78	0.464	0.354	0.171	0.905
Шрот плодов [5]	0.530	0.013	0.044	0.0082	0.0123
Плоды ssp. turkestanica [21]	0.259	0.0478	0.123	0.100	0.199
Плоды китайской облепихи [19]	-	-	0.096	0.312	0.222
Листья облепихи [8]	0.14	0.11	-	2.42	0.510
Побеги облепихи [7]	0.342	0.068	0.143	0.582	0.117

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены исследование и анализ элементного состава плодов облепихи крушиновидной. Содержание токсичных тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, кадмий, свинец) в исследуемом образце ЛРС не превышает нормативов, рекомендованных для оценки качества ЛРС. В изучаемом сырье облепихи крушиновидной для элемента хрома отмечено превышение ПДК по нормативам, установленным для овощей и зелени. Полученные результаты 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. Листов С.А. О содержании тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье / С.А. Листов, Н.В. Петров, А.П. Арзамасцев // Фармация. — 1992. — №2. — С. 19-25.
2. Баландина И.А. Совершенствование принципов и методов фармакопейного анализа в системе стандартизации лекарственного растительного

сырья и лекарственных средств на его основе: авторф. дис. докт. фарм. н. (15.00.02 – фармацевтическая химия, фармакогнозия) / И.А. Баландина. — М., 2004. — 38 с.

3. Миронов А.Н. Современные подходы к вопросу стандартизации лекарственного растительного сырья / А.Н. Миронов, И.В. Сакаева, Е.И. Саканян и др. // Вестник НЦЭСМП. — 2013. — № 2. — С. 52-56.

4. 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.

5. Золотарева А.М. Химический состав облепихового шрота / А.М. Золотарева, Т.Ф. Чиркина, С.Д. Гончикова, Л.Д. Карпенко // Изв. вузов. Пищевая технология. — 1994. — №1-2. — С.24-26.

6. Золотарева А.М. Основы ресурсосберегающей технологии переработки биомассы *Hippophae rhamnoides L.*: автореф. дис. докт. техн. н. (05.21.03.- технол. и оборудование хим. переработки биомассы дерева, химия древесины) / А.М. Золотарева. — Улан-Удэ, 2004. — 32 с.

7. Павлова А.Б. Биологически активная пищевая добавка на основе древесной зелени облепихи / А.Б. Павлова, Т.Ф. Чиркина, А.М. Золотарева // Химия растительного сырья. — 2001. — №4. — С. 73-76.

8. Золотарева А.М. Исследование древесной зелени облепихи при производстве хлебобулоч-

ных изделий / А.М. Золотарева, Г.С. Бороноева, Т.М. Чиркина, А.Б. Павлова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. — 2003. — №1. — С. 80-81.

9. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. — Введ. 1996-01-01. — М.: Изд-во стандартов, 2010. — 12 с.

10. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. — Введ. 1998-01-01. — М.: Изд-во стандартов, 2010. — 10 с.

11. Атомно-абсорбционные методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье. Методические указания от 25.12.1992. N 01-19/47-11. — Москва, 1992. — 26 с.

12. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. — Введ. 2002-07-01. — М.: Изд-во стандартов, 2011. — 12 с.

13. Комарова Н.В. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель» / Н.В. Комарова, Я.С. Каменцев — СПб.: ООО «Веда», 2006. — 212 с.

14. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. — Введ. 1999-01-01. — Минск, 1997. — 12 с.

15. СанПин 2.3.21078-01 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продо-

вольственного сырья и пищевых продуктов» от 14.11.2001/22.03.02. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.service-holod.ru/SanPiN2/SanPiN_2_3_2_1078_01.htm. — Загл. с экрана.

16. Турусова Е.В. Фотохимическое определение микропримеси мышьяка в растительном лекарственном сырье / Е.В. Турусова, Л.А. Григорьева, А.Н. Лыщиков, О.Е. Насакин // Фармация. — №3. — 2014. — С. 12-15.

17. Государственная фармакопея СССР: в 2 вып. — 11 - е изд. — М.: Медицина, 1987-1989. — 2 вып.

18. Государственная Фармакопея Республики Беларусь. Т. 2. — Минск, 2007. — С. 387-389.

19. Cheng Tigong. Исследование биохимических свойств среднеазиатской облепихи, произрастающей в провинции Ганьсу (КНР) / Cheng Tigong, Ni Ming Kang, Li Rong, Ji Fen // Химия природных соединений. — 1991. — № 1. — С. 135-137.

20. Терещук Л.В. Получение биологически ценных продуктов из плодов облепихи / Л.В. Терещук, С.С. Павлова // Известия вузов. Пищевая технология. — № 1. — 2000. — С. 46-48.

21. Sabir S.M. Elemental and nutritional analysis of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *turkestanica*) Berries of Pakistani Origin / S.M. Sabir, H. Magsood, Imran Hayat et set. // J Med Food. — 8(4). — 2005. — P. 518-522.

Тринева Ольга Валерьевна — кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ВГУ; e-mail: trineevaov@mail.ru.

Сливкин Алексей Иванович — доктор фарм. наук, профессор, зав. кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии, декан фармацевтического факультета ВГУ; e-mail: slivkin@pharmvsu.ru

Дортгулыев Бабамырат — студент 5 курса фармацевтического факультета ВГУ.

Trineeva Olga V. — candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology of pharmaceutical faculty of VSU; e-mail: trineevaov@mail.ru.

Slivkin Alexey I. — doctor of pharmaceutical sciences, professor, manager chair of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology, dean of pharmaceutical faculty of VSU.

Dortgulyev Babamyrat — 5rd year student of the faculty of pharmacy VSU.