



ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

CHEMICAL SCIENCES

УДК 577.1 581.19

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА
ARTEMISIA LATIFOLIA LIDEB. И *ARTEMISIA ARMENIACA* LAM.
COMPARATIVE ANALYSIS OF ELEMENT COMPOSITION
OF *ARTEMISIA LATIFOLIA* LIDEB. AND *ARTEMISIA ARMENIACA* LAM.**

**С.Г. Ржевский
S.G. Rzhovsky**

Воронежский государственный университет, Россия, 394000, г. Воронеж, Университетская пл., 1

Voronezh State University, 1 University Sq, Voronezh, 394000, Russia

E-mail: slavaosin@yandex.ru

Аннотация

В данной работе рассматривается сравнительный анализ элементного состава представителей видов *Artemisia latifolia* и *A. armeniaca*, являющихся перспективными эфиромасличными растениями. Материал для исследования был собран на территории заповедника Галичья гора в Липецкой области. Анализ выполнен методом хромато-масс-спектрологии с индуктивно-связанной плазмой. В результате определено количественное содержание основных макро- и микроэлементов. Установлена концентрация тяжелых металлов и токсичных элементов, проведено сравнение с утвержденными нормами предельно допустимых концентраций. Обнаружены следовые количества радиоактивных элементов.

Abstract

This work represents the result of a comparative analysis of the elemental composition of *Artemisia latifolia* and *A. armeniaca*, which are promising essential oil plants. The material for the study was collected on the territory of the "Galichia Hora" reserve in the Lipetsk region. The analysis was performed by chromatography-mass spectroscopy with inductively coupled plasma. As a result, the quantitative content of the main macro- and micronutrients was determined. It is established that the elemental composition of both species is generally similar, significant differences are observed in boron concentration. In the elemental composition of the species under consideration, potassium, magnesium and phosphorus predominate among the macroelements. In much lesser amounts, iron, manganese, and sodium are present. The concentration of heavy metals and toxic elements is established, a comparison is made with the approved norms of maximum permissible concentrations. The presence of small amounts of lead, mercury, arsenic, cadmium and nickel was detected, however, in quantities not exceeding permissible. In addition, trace amounts of radioactive elements have been discovered.

Ключевые слова: полынь, элементный состав, *Artemisia latifolia*, *A. armeniaca*, хромато-масс-спектрология.

Key words: wormwood, elemental composition, *Artemisia latifolia*, *A. armeniaca*, chromatography-mass spectroscopy.



Введение

Растения рода *Artemisia* L. известны как перспективный источник сырья для изготовления фармацевтических препаратов, некоторые из них также востребованы в пищевой промышленности [Mojarab, 2014]. Но на данный момент не все виды полыни хорошо изучены и используются в промышленном производстве. К относительно мало исследованным относятся полынь армянская (*Artemisia armeniaca*) и полынь широколистная (*A. latifolia*) – редкие и охраняемые виды, произрастающие в Сибири, на Кавказе и в Европейской части России [Леонова, 1994].

Имеются исследования, позволяющие говорить о перспективах использования полыни армянской в медицине. Так, был изучен состав эфирного масла растений данного вида, собранных на территории Ирана и Северного Азербайджана. В нем выявлены такие ценные вещества как α -пинен, z -вербенон, спатунол и другие. Также были исследованы токсикологические свойства данного масла при помощи биопроб на личинках ракообразных: результат показал слабую токсичность со значением LD_{50} , составляющим 56.94 ± 2.37 мг/мл, что позволяет сделать обнадеживающие предположения относительно перспектив использования растения в качестве лекарственного сырья [Mojarab et al., 2013]. В то же время, исследования фармакологической активности препаратов *A. armeniaca* показали проявление цитотоксического и апоптотического эффекта при воздействии на миелоидные клетки лейкоза человека, относящиеся к линиям HL-60 и K562 [Mojarab, 2013], а также наличие противомаларийной активности [Mojarab, 2014].

Однако прежде чем рассматривать тот или иной вид в качестве сырья для фармацевтической промышленности, необходимо ознакомиться с его элементным составом и способностью накапливать тяжелые металлы и токсичные элементы. Это может сделать растительное сырье непригодным для фармакологического использования [Коломиец, 2004].

Содержание тяжелых металлов в почве зависит от множества факторов: наличия источников загрязнения, метеорологических свойств региона, особенностей ландшафта и водных ресурсов местности. К тяжелым металлам относятся химические элементы с атомной массой более 40, однако не все из них обладают высокой токсичностью. Наиболее опасными являются *Pb*, *Hg*, *Cd*, *Ni*, *As*, относящиеся к поллютантам. Однако такие тяжелые металлы, как *Cu*, *Zn*, *Mo*, *Co*, *Mn*, *Se*, *Fe*, являются жизненно необходимыми микроэлементами для живых организмов [Ханин, 2010]. Но их присутствие в растениях в количествах, превышающих нормальное значение, также может свидетельствовать о неблагоприятной экологической обстановке [Казанцев, 2007].

Следует учесть, что концентрация тех или иных элементов в растительном сырье также обусловлена способностью растений к биоаккумуляции, которая может различаться у разных видов [Ботов, 2011].

Изучение элементного состава растительного сырья перспективных в плане фармацевтического использования растений также необходимо, так как содержащиеся в них макро- и микроэлементы в некоторой степени определяют проявление биологической активности получаемых из них препаратов [Ханин, 2010].

Целью настоящего исследования являлось установление элементного состава рассматриваемых видов полыни.



Объекты и методы исследования

Материалом для анализа послужили образцы растений *A. armeniaca* и *A. latifolia*, собранные на территории заповедника Галичья гора (Липецкая область) в урочище Быкова шея. Сырье высушивалось в тени при комнатной температуре. Для анализа использовались навески в 10 г сухого сырья, включающего листья и цветущие части 3–4 растений виргинильной, а также зрелой генеративной стадии развития (основной объем сырья составили части листовых пластин, меньшую долю – соцветия и стебли).

Содержание химических элементов было определено с помощью метода хромато-масс-спектрологии с индуктивно связанной плазмой на приборе «ELAN-DRC». Определение состава каждого образца проводилось в однократной последовательности. Для контроля правильности определения использовался метод добавок. Данный метод исследования вещества основывается на определении отношения массы к заряду ионов, образующихся при ионизации компонентов пробы. Следует отметить, что анализ не распространяется на серу, углерод, а также элементы, образующие газообразные вещества – *H, N, O, F, Cl*.

Определение производилось по следующей методике: из измельченного сырья отбирали образцы для анализа, далее их подвергали кислотному разложению с использованием систем микроволновой пробоподготовки. Для этого навеску образца помещали во фторопластовый вкладыш и добавляли 5 мл смеси азотной и плавиковой кислот, затем пробу разлагали в микроволновой печи. Далее растворенную пробу переносили в стоковую пробирку объемом 15 мл, вкладыш с образцом дополнительно промывали деионизированной водой и, перенося каждый смыв в стоковую пробирку, доводили объем её содержимого до 10 мл, затем закрывали и всё перемешивали. Автоматическим дозатором со сменным наконечником из пробирки отбирали 1 мл содержимого, переносили в другой сосуд и доводили объем до 10 мл 0.5%-ной азотной кислотой, затем, закрыв защитной лабораторной пленкой, передавали на анализ.

Для оценки соотношения количества содержащихся элементов с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК) в данной работе использован СанПин 2.3.2. 1078-01 от 14.11.2001/22.03.02. Однако не по всем элементам имеются стандарты, установленные специально для растительного сырья трав. Для оценки содержания *Fe, Cu* и *Zn* использовались ПДК данных элементов, принятые для пищевого растительного сырья, которые составляют 20–50 мкг/г для железа, 5–20 мкг/г для меди, и 5–50 мкг/г для цинка (для разных частей растительного сырья установлены различные ПДК) [СанПиН 2.3.2.1078-01].

Результаты и их обсуждение

Результаты элементного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Table 1

Элементный состав сырья растений *Artemisia armeniaca* и *A. latifolia*
Elemental composition of plant raw materials *Artemisia armeniaca* and *A. latifolia*

Элемент	Содержание (мкг/г)		Элемент	Содержание (мкг/г)	
	<i>A. armeniaca</i>	<i>A. latifolia</i>		<i>A. armeniaca</i>	<i>A. latifolia</i>
1	2	3	4	5	6
Макроэлементы			Неодим (<i>Nd</i>)	0.067	0.061
Калий (<i>K</i>)	31466	31998	Иттрий (<i>Y</i>)	0.061	0.049
Кальций (<i>Ca</i>)	14616	15118	Мышьяк (<i>As</i>)	0.045	0.029
Магний (<i>Mg</i>)	2972	2835	Галлий (<i>Ga</i>)	0.037	0.030
Фосфор (<i>P</i>)	2764	2557	Гафний (<i>Hf</i>)	0.029	0.0022
Натрий (<i>Na</i>)	120	20.3	Ниобий (<i>Nb</i>)	0.019	0.016



Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Микроэлементы			Празеодим (<i>Pr</i>)	0.019	0.014
Алюминий (<i>Al</i>)	110	120	Сурьма (<i>Sb</i>)	0.018	0.011
Марганец (<i>Mn</i>)	108	48	Вольфрам (<i>W</i>)	0.018	0.0051
Железо (<i>Fe</i>)	106	104	Гадолиний (<i>Gd</i>)	0.015	0.011
Бор (<i>B</i>)	70.6	21.5	Германий (<i>Ge</i>)	0.015	0.005
Стронций (<i>Sr</i>)	42	28	Цезий (<i>Cs</i>)	0.014	0.017
Цинк (<i>Zn</i>)	24	16.4	Самарий (<i>Sm</i>)	0.013	0.012
Барий (<i>Ba</i>)	20.6	12.1	Серебро (<i>Ag</i>)	0.013	0.0037
Титан (<i>Ti</i>)	7.25	14.9	Торий (<i>Th</i>)	0.012	0.011
Медь (<i>Cu</i>)	6.54	9.38	Диспрозий (<i>Dy</i>)	0.0096	0.010
Рубидий (<i>Rb</i>)	6.07	9.35	Тантал (<i>Ta</i>)	0.0083	0.002
Бром (<i>Br</i>)	2.41	2.63	Ртуть (<i>Hg</i>)	0.0078	0.012
Хром (<i>Cr</i>)	1.41	1.18	Бериллий (<i>Be</i>)	0.0061	0.0041
Никель (<i>Ni</i>)	1.37	1.02	Иттербий (<i>Yb</i>)	0.0051	0.0048
Цирконий (<i>Zr</i>)	1.14	0.15	Эрбий (<i>Er</i>)	0.005	0.0056
Олово (<i>Sn</i>)	0.73	<0.001	Уран (<i>U</i>)	0.0035	0.0024
Свинец (<i>Pb</i>)	0.43	<0.0001	Золото (<i>Au</i>)	0.0032	0.0038
Кадмий (<i>Cd</i>)	0.3	0.09	Индий (<i>In</i>)	0.003	<0.0005
Ванадий (<i>V</i>)	0.18	0.2	Европий (<i>Eu</i>)	0.003	0.0018
Молибден (<i>Mo</i>)	0.17	0.46	Таллий (<i>Tl</i>)	0.0022	0.0035
Кобальт (<i>Co</i>)	0.17	0.14	Гольмий (<i>Ho</i>)	0.0022	0.0013
Церий (<i>Ce</i>)	0.17	0.13	Тербий (<i>Tb</i>)	0.0021	0.0016
Литий (<i>Li</i>)	0.14	0.49	Лютеций (<i>Lu</i>)	0.0011	<0.0001
Лантан (<i>La</i>)	0.11	0.076	Тулий (<i>Tm</i>)	0.0011	0.00057
Ультрамикроэлементы			Рений (<i>Re</i>)	0.00086	<0.0005
Селен (<i>Se</i>)	0.09	0.080	Платина (<i>Pt</i>)	0.00052	0.0032

Результат анализа показывает наличие относительно большого количества ионов калия, кальция, магния, фосфора, натрия. Присутствие данных элементов естественно для растительных организмов, так как они участвуют в биологических процессах. Это относится к щелочным металлам – калию и натрию, ионы которых участвуют в трансмембранном транспорте и поддерживают осмотическое давление в живых клетках, при этом калий является основным внутриклеточным ионом. Значительную роль играют также щелочноземельные металлы – кальций, входящий в состав мембранных структур, и магний, который содержится в молекуле хлорофилла. Фосфор входит в состав аденинфосфатов (АТФ, АДФ и АМФ), инозинфосфатов (ИДФ и ИТФ), кофермента НАДФ, а также нуклеиновых кислот [Медведев, 2004].

Сравнение с результатами анализа других представителей рода *Artemisia* [Ботов, 2011] показывает, что для них также характерно преобладание в элементном составе калия, кальция, фосфора и магния. Однако данное исследование не показало наличия кремния, в значительных количествах обнаруженного в составе *A. absinthium* и *A. dracuncululus*.

При сравнении микроэлементного состава различных видов полыни можно заключить, что медь, цинк, барий, бор, титан являются характерными компонентами для всех рассматриваемых видов, в то время как присутствие значительных количеств рубидия (сопоставимых с содержанием меди) является характерной особенностью сырья проанализированных в данном исследовании видов.

В результате анализа было выявлено присутствие высокотоксичных элементов, которые могут быть отнесены к поллютантам, однако в весьма незначительных количествах. Концентрация поллютантов и их отношение к предельно допустимым концентрациям (ПДК) представлены в таблице 2.



Также следует отметить, что концентрации меди и цинка находятся в пределах области ПДК, концентрация железа превышена.

Таблица 2
Table 2

Содержание тяжелых металлов и токсичных элементов в растительном сырье *Artemisia armeniaca* и *A. latifolia* и нормы ПДК
The content of heavy metals and toxic elements in plant raw materials *Artemisia armeniaca* and *A. latifolia* and threshold limit value norms

Элемент	Содержание (мкг/г)		ПДК (мкг/г)
	<i>A. armeniaca</i>	<i>A. latifolia</i>	
Никель (Ni)	1.37	1.02	6.7
Свинец (Pb)	0.43	<0.0001	6.0
Кадмий (Cd)	0.3	0.09	3.0*
Мышьяк (As)	0.045	0.029	0.2
Ртуть (Hg)	0.0078	0.012	0.1

Примечание: * – для содержания кадмия в растениях ПДК точно не установлены, здесь приводится ориентировочная ПДК для растительного пищевого сырья.

Заключение

Из проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Элементный состав обоих рассматриваемых видов в целом сходен, наиболее существенные различия наблюдаются по концентрации бора, также выявлены различия по содержанию таких элементов, как *Na*, *Ti*, *Mn*, *B*, *Sn*, *Pb*, *Cd*, *Rb* и др.

2. В элементном составе изучаемых видов среди макроэлементов преобладают калий, кальций, магний и фосфор, в значительно меньших количествах присутствует натрий.

3. Основными микроэлементами являются алюминий, марганец, железо, бор, цинк, титан, медь, бром, хром, цирконий и рубидий. Содержатся также такие медицински ценные микроэлементы, как магний и селен.

4. Из тяжелых металлов обнаружено значительное количество меди и цинка (в пределах ПДК), а также железа (превышает ПДК). Из металлов и неметаллов, относимых к токсичным элементам, выявлено присутствие небольшого количества свинца, ртути, мышьяка, кадмия и никеля, однако оно не превышает ПДК.

5. Из радиоактивных элементов выявлено присутствие тория и урана в ничтожных (<0.005 мкг/г) количествах.

В целом, полученные данные об элементном составе полыни армянской и полыни широколистной показывают перспективность их дальнейшего исследования и возможность использования в фармацевтике, так как они являются богатым источником жизненно необходимых макро- и микроэлементов и, в пределах изучаемой местности, не содержат поллютантов в концентрациях, выше допустимых.

Список литературы

References

1. Ботов А.Ю., Северин А.П., Яцюк В.Я., Сипливая Л.Е. 2011. Элементный состав некоторых растений семейства Asteraceae. *Научные ведомости БелГУ. Медицина. Фармация*, 16/2 (22): 164–166.

Botov A.Yu., Severin A.P., Yatsyuk V.Ya., Siplivaya L.E. 2011. Elemental composition of some plants of the family Asteraceae. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Medicine. Pharmacy*, 16/2 (22): 164–166. (in Russian)



2. Коломиец Н.Э., Туева И.А., Мальцева О.А., Дмитрук С.Е., Калинкина Г.И. 2004. Оценка перспективности некоторых видов лекарственного растительного сырья с точки зрения их экологической чистоты. *Химия растительного сырья*, (4): 25–28.

Kolomiec N.E., Tueva I.A., Mal'ceva O.A., Dmitruk S.E., Kalinkina G.I. 2004. Estimation of the prospects of some types of herbal medicinal raw materials in terms of their ecological purity. *Chemistry of plant raw material*, (4): 25–28. (in Russian)

3. Казанцев И.В., Зарубин Ю.П., Пурыгин П.П. 2007. Влияние подвижного состава на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода железных дорог. *Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия*, (2): 172–179.

Kazancev I.V., Zarubin YU.P., Purygin P.P. 2007. Influence of the rolling stock on the content of heavy metals in soils and plants of the railroad strip. *Vestnik of Samara State University. Natural science series*, (2): 172–179. (in Russian)

4. Леонова Т.Г. 1994. Флора европейской части СССР. Т. 7. Полынь – *Artemisia L.* СПб.: 150–174.

Leonova T.G. 1994. Flora evropeyskoy chasti SSSR. T. 7. Polyn' – *Artemisia L.* [Flora of the European part of the USSR. T. 7. Wormwood – *Artemisia L.*]. Saint-Petersburg: 150–174. (in Russian).

5. Медведев С.С. 2004. Физиология растений. СПб., 336.

Medvedev S.S. 2004. Fiziologiya rasteniy [Plant Physiology]. Saint-Petersburg, 336 (in Russian).

6. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Постановление от 14 ноября 2001 г. № 36 «О введении в действие санитарных правил (с изменениями на 6 июля 2011 года)». URL: <http://docs.cntd.ru/document/901806306> (11 мая 2017).

SanPiN 2.3.2.1078-01. Hygienic requirements for food safety and nutritional value. Decision of November 14, 2001 №36 “On the implementation of sanitary regulations (as amended on 6 July 2011)”. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901806306> (11 May 2017). (in Russian)

7. Ханина М.Г., Ханина М.А., Родина А.П. 2011. Элементный состав *Agrimonia pilosa* Ledeb. *Химия растительного сырья*, (2): 99–104.

Hanina M.G., Hanina M.A., Rodin A.P. 2011. Element composition of *Agrimonia pilosa* Ledeb. *Chemistry of plant raw material*, (2): 99–104. (in Russian)

8. Mojarrab M. 2014. Evaluation of In Vitro Antimalarial Activity of Different Extracts of *Artemisia aucheri* Boiss. and *A. armeniaca* Lam. and Fractions of the Most Potent Extracts. *The Scientific World Journal*, (6): 6–7.

Mojarrab M., Delazar A., Heshmati A. F. 2013. Chemical composition and general toxicity of essential oils extracted from the aerial parts of *Artemisia armeniaca* Lam. and *A. incana* (L.) Druce growing in Iran. *Research in Pharmaceutical Sciences*, (8-1): 65–69.

10. Mojarrab M. 2013. In vitro anti-proliferative and apoptotic activity of different fractions of *Artemisia armeniaca*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, (23, I) 5: 783–788.