

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА
РАСТЕНИЯ *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM*
И ЕГО ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА**

**С.В. Нехорошев¹, Э.Х. Ботиров², Н.В. Горников²,
А.А. Дренин², А.В. Нехорошева^{1*}, В.В. Кубарь³**

¹ Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, г. Ханты-Мансийск

² Сургутский государственный университет, г. Сургут

³ ООО «Чайный дом «Чистота», г. Мегион

РЕЗЮМЕ. Цель исследования – изучение элементного состава растения *Chamerion angustifolium* (L.) Holub., произрастающего на территории Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, на содержание 25 наиболее важных для человека элементов в подвижной форме. *Ch. angustifolium* (L.) Holub., семейство *Onagraceae* (кипрейные) – травянистое растение, обильно произрастающее в дикой природе Евразии и Северной Америки, с 16-го века широко применяющееся в свежем и высушенном виде в качестве лекарственного растения в народной медицине, а в ферментированном виде для приготовления настоев (чайных напитков). Из научных публикаций известно, что в минеральной составляющей этого растения установлено наличие 61 элемента, содержание которых зависит от района его произрастания. При этом в большинстве работ приводятся результаты определения валового содержания элементов, на основании чего многие исследователи относят *Ch. angustifolium* к возможному источнику жизненно необходимых для человека элементов. При этом не учитывается, что многие из этих элементы не могут быть полностью усвоены организмом в процессе пищеварения. Методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) изучено содержание 25 наиболее важных для человека элементов (Al, B, V, Fe, I, K, Cd, Ca, Co, Si, Li, Mg, Mn, Cu, As, Na, Ni, Sn, Hg, Pb, Se, Sr, P, Cr, Zn). Данные элементы переходят в водорастворимую форму при традиционном способе приготовления чайного напитка из сухого растительного сырья – листьев *Ch. angustifolium*, собранных в 2018 г. в дикой природе на территории Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Проведено сравнение полученных результатов со справочными значениями норм адекватного суточного потребления элементов человеком. Установлено, что в листьях *Ch. angustifolium* наиболее значимыми для питания человека элементами являются марганец и магний, содержащиеся в количестве соответственно 3,3 и 1,1%/г от норм суточного потребления этих элементов взрослым человеком. Это растительное сырье не представляет токсической опасности для человека, так как известный суточный уровень токсичности для человека в листьях *Ch. angustifolium* по определяемым элементам, в первую очередь, будет достигаться за счет марганца (0,33%/г) и калия (0,22%/г). Остальные элементы достигают менее 0,1% от известного суточного уровня токсичности или вообще не оказывают на человека токсичного действия при поступлении с пищей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Chamerion angustifolium* (L.) Holub., элементный состав, химические элементы, надземная часть растения, водный экстракт.

ВВЕДЕНИЕ

Chamerion angustifolium (L.) Holub. (синонимы *Epilobium angustifolium* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), семейство *Onagraceae* (кипрейные) – травянистое растение, обильно произрастающее в дикой природе Евразии и Северной Америки (Растительные ресурсы..., 1987;

Минаева, 1991; Растительные ресурсы..., 2009). Известны русские названия растения: кипрей узколистный, иван-чай обыкновенный, копорский чай, богородицына трава, огненная трава и др. В местах произрастания это растение в ферментированном виде широко применяется в пищу для приготовления настоев (чайных напитков), а

* Адрес для переписки:

Нехорошева Александра Викторовна

E-mail: nauka.hmgma@mail.ru

также в свежем и высушенном виде в качестве лекарственного растения в народной медицине (Растительные ресурсы..., 1987; Растительные ресурсы..., 2009; Корсун и др., 2013). Копорский чай (иван-чай) – травяной напиток, получаемый при заваривании ферментированных листьев *Ch. angustifolium*, на Руси был известен с давних пор и имел спрос у самых широких слоёв общества. Содержащийся в иван-чае танин пирогалловой группы (до 25%), пектин и флавоноиды (в частности, гиперозид) оказывают противовоспалительный эффект, в связи с этим настой применяют при гастритах, колитах, язве желудка и двенадцатиперстной кишки, при воспалительных заболеваниях уха, горла и носа (Корсун и др., 2013). Настой также оказывает седативное и противосудорожное действие, обладает кровоостанавливающим и ранозаживляющим действием, слабым спазмолитическим и лёгким слабительным эффектом (Растительные ресурсы..., 1987; Корсун и др., 2013). В народной медицине *Ch. angustifolium* широко используется при запорах, белях, головной боли, анемии, язвенной болезни желудка, гастритах, коликах и нарушениях обмена веществ, как вяжущее, смягчительное, противовоспалительное, обволакивающее, ранозаживляющее, противосудорожное средство, наружно – для лечения инфицированных ран, язв (Растительные ресурсы..., 1987; Минаева, 1991; Растительные ресурсы..., 2009; Корсун и др., 2013). Знахари использовали иван-чай при лечении эпилепсии, алкогольных психозов, малокровии, как смягчительное и потогонное при простуде, а также при лечении различного вида злокачественных опухолей (Корсун и др., 2013).

В России *Ch. angustifolium* не применяется официальной медициной и к фармакопейным растениям не относится. В то же время изучению его химического состава и биологической активности уделяют пристальное внимание отечественные и зарубежные исследователи (Slacanin, et al., 1991; Ducrey, et al., 1995; Спиридонов и др., 1997; Liu, et al., 2003; Полежаева и др., 2007; Валов, 2012; Царёв и др., 2016). Современные фармакологические исследования подтвердили, что экстракты и индивидуальные соединения, выделенные из *Ch. angustifolium* обладают антиоксидантным, противовоспалительным, цитопротекторным, противовоспалительным, иммуностропным, противоопухолевым, сосудостропняющим, обволакивающим, вяжущим, жаропонижающим, антибактериальным и противовирусным действиями (Bisset, Wichtl,

1994; Спиридонов и др., 1997; Суркова, 2009; Hovesi, et al., 2009; Kiss, et al., 2011; Bartfay et al., 2012; Царёв и др., 2016). Установлено, что препараты на основе *Ch. angustifolium* мало токсичны, не оказывают мутагенного воздействия на ДНК (Zhang, et al., 2009; Assessment report..., 2014; Царёв и др., 2016). Из его цветов фармацевтическая промышленность выпускает препарат «Ханерол», который по результатам клинических исследований признан активным противоопухолевым средством (Растительные ресурсы..., 1996; Полежаева и др., 2005). Химический состав *Ch. angustifolium* разнообразен, к настоящему времени из данного растения выделены терпеноиды, стероиды, три-терпеноиды, витамины, гидролизуемые таниды, антоцианы, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, углеводы, высшие жирные кислоты и спирты, каротиноиды, полисахариды, кумарины, простые фенолы и полифенольные соединения, гликозиды и другие классы природных веществ (Растительные ресурсы..., 1987; Slacanin, et al., 1991; Ducrey, et al., 1995; Растительные ресурсы..., 1996; Liu, et al., 2003; Полежаева и др., 2005; Полежаева, 2007; Полежаева и др., 2007; Растительные ресурсы..., 2009; Валов, 2012; Кукина и др., 2014; Царёв и др., 2016). Сложность состава органической части *Ch. angustifolium* создает трудности для оценки его пищевых свойств. На сегодняшний день удалось оценить только его «аминокислотную ценность» и констатировать, что 100 г этого сухого растительного сырья покрывают от 5 до 10% суточной потребности для взрослого человека в шести из восьми незаменимых аминокислотах (Полежаева и др., 2007). Однако трудно представить, что среднестатистический взрослый человек сможет длительное время регулярно ежедневно употреблять в пищу *Ch. angustifolium* в указанных количествах, даже если он будет в виде чайного напитка.

В *Ch. angustifolium* установлено наличие 61 элемента: Na, Mg, P, K, Ca, Si, Br, Li, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, I, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Au, Be, Ge, As, Y, Nb, Pr, Sm и др. При этом основное внимание уделяется валовому содержанию элементов и утверждается, что химические элементы в растении находятся в связанном виде или в виде катионов и анионов (Валов и др., 2010). Накопление элементов в растении зависит от района произрастания (Полежаева и др., 2005), однако компонентный состав растений примерно сравним. В листьях накапливаются Na, Mg, Si, Ca, Cr, Mn, в

стеблях – Ni, Ba, в соцветиях – P, K, Cu, Zn, Se, Rb, Ag (Валов и др., 2010). Анализ образцов *Ch. angustifolium*, собранных в разных районах Красноярского края, показал существенные различия в их валовом количественном элементном составе (Полежаева и др., 2007). На основании этих и других подобных экспериментальных данных о валовом содержании элементов многие исследователи относят *Ch. angustifolium* к возможному источнику жизненно необходимых для человека элементов (Бушуева и др., 2016), но не конкретизируя их. При этом не учитывается, что многие элементы не могут быть полностью извлечены из растительного сырья и усвоены организмом в процессе пищеварения.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – изучение *Ch. angustifolium*, произрастающего в дикой природе на территории Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, на содержание 25 наиболее важных для человека элементов в подвижной форме, а также сравнение полученных результатов со справочными значениями норм суточного потребления элементов среднестатистическим взрослым человеком.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись 10 образцов растительного сырья, которые представляют собой высушенные листья дикорастущих растений *Ch. angustifolium* и используются при производстве чайных напитков. Растительное сырье заготавливали в июле 2018 г. на территории Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры). Образцы перемешивали, для каждого образца составляли объединенную пробу, которую затем сокращали методом квартования до средней пробы массой 25 г.

Для определения влажности образцов среднюю пробу измельчали, просеивали сквозь сито с отверстиями размером 1 мм и перемешивали. Две навески пробы массой по 3 г высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С и по результатам рассчитывали средние значения влажности образцов.

Для определения зольности образцов две навески пробы массой по 3 г озоляли в муфельной печи при температуре 600 °С до постоянной массы и по результатам рассчитывали средние значения зольности образцов в пересчете на абсолютно сухое растительное сырье.

Для определения содержания в образцах суммы веществ, экстрагируемых водой, и микроэлементов в подвижной форме, навеску пробы массой 2 г помещали в стеклянный стакан вместимостью 100 мл, к ней прибавляли 100 мл горячей (90 °С) дистиллированной воды и содержимое стакана настаивали в течение 120 мин на водяной бане при температуре 90 °С при периодическом взбалтывании. После охлаждения содержимое стакана тщательно взбалтывали и пропускали через бумажный фильтр. Чтобы устранить возможное влияние реактивов и посуды на результаты определения аналогичным образом, но без взятия пробы растительного сырья, готовили «холостую» пробу.

Для определения содержания в образцах суммы веществ, экстрагируемых водой, по 10,0 мл полученных фильтратов выпаривали при температуре 105 °С до постоянной массы и по результатам рассчитывали средние значения содержания экстрактивных веществ в образцах в пересчете на абсолютно сухое растительное сырье.

Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) в полученных фильтратах определяли содержание 25 элементов: алюминия, бора, ванадия, железа, йода, калия, кадмия, кальция, кобальта, кремния, лития, магния, марганца, меди, мышьяка, натрия, никеля, олова, ртути, свинца, селена, стронция, фосфора, хрома, цинка. Анализ проводился на приборе «Nex ION 300D», (Perkin Elmer Inc., Shelton, CT 06484, США), оснащенном газонаполняемой ячейкой системы DRC для удаления интерференций и семипортовым дозирующим клапаном FAST, а также автодозатором ESISCDX4 (Elemental Scientific Inc., Omaha, NE 68122, США). ИСП-МС систему подготавливали к работе согласно заводским спецификациям (табл. 1) и калибровали путем внешней калибровки по многоэлементным стандартам.

Стандарты, содержащие полный спектр определяемых элементов (по 0,5, 5, 10 и 50 мкг/л) готовили перед началом работы из набора опорных растворов Universal Data Acquisition Standards Kit (#N9306225, Perkin Elmer Inc.) путем разбавления в дистиллированной деионизованной воде, подкисленной 1%-ной HNO₃. Для учета неполного соответствия матриц образцов и калибровочных растворов по кислотности и вязкости, при анализе применяли внутреннюю стандартизацию «online» по изотопу иттрий-89. Внутренний стандарт, содержащий 10 мкг/л Y готовили из опорного стандарта иттрия

(#N9300167, Perkin Elmer Inc.) на матрице, содержащей 8% 1-Butanol (#1.00988, Merck KGaA), 0,8% TritonX-100 (Sigma #T9284 Sigma-Aldrich, Co.), 0,02 % ТМАН (#20932, Alfa-Aesar,

Ward Hill, MA 01835, США) и 0,02% EDT Acid (Sigma#431788 Sigma-Aldrich, Co). Относительная ошибка определения элементов составляет 10%.

Таблица 1. Условия работы прибора

Параметр	Значение
Мощность	1500 Вт
Охлаждающий поток	18 л/мин
Вспомогательный поток	1,6 л/мин
Распыляющий поток	0,98 л/мин
Система ввода	Концентрический распылитель ESISTPFA и фторопластовая распылительная камера ESIPFA (Elemental Scientific Inc., Omaha, NE 68122, США)
Материал пробоотборных конусов	Платина
Инжектор	ESI, кварцевый, внутр. диам. 2,0 мм
Поток образца	637 мкл/мин
Поток внутреннего стандарта	84 мкл/мин
Время пребывания на массе и режим сканирования	10–100 мс, прыжки по пикам для всех масс
Циклов сканирования на цикл чтения	1
Циклов чтения на реплику	10
Число реплик	3

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По полученным для 10 образцов растительного сырья экспериментальным значениям рассчитывали средние значения влажности, зольности, содержания экстрактивных веществ и микроэлементов в подвижной форме в пересчете на абсолютно сухое вещество (табл. 2). Кроме этого, для среднего значения каждого показателя вычислялось значение относительного среднеквадратического отклонения ($СКО_{отн.}$, %).

В результате проведенных экспериментов установлено, что влажность растительного сырья находится в диапазоне от 5,3 до 6,4% и является приемлемой для его продолжительного хранения. Среднее содержание золы в абсолютно су-

хом растительном сырье составляет 12,5%, а веществ, экстрагируемых водой – 34,5%. Результаты изучения микроэлементного состава растительного сырья представлены в табл. 1.

Из 25 элементов в экстрактах растительного сырья в наибольших концентрациях обнаружены калий, кальций, магний и фосфор, а в наименьших – кадмий, ванадий, ртуть и селен. Если сравнить концентрации элементов в экстракте и в дистиллированной воде, а также их вариативность по значениям $СКО_{отн.}$, то становится очевидно, что кремний (64%) и йод (60%) практически полностью попадают в экстракт из экстрагента (дистиллированная вода). Кроме этого, из экстрагента в экстракт поступает значительная

доля лития, свинца и ванадия. В свою очередь, из растительного сырья в экстракт поступает основная доля калия (99,99%), фосфора (99,97%), марганца (99,95%), магния (99,81%), натрия (99,27%), стронция (99,27%), кальция (99,08%),

никеля (98,6%), цинка (98,2%), кобальта (98,2%) и др. Средняя относительная вариативность значений концентраций элементов от их средних значений составляет 42,4% с максимумом у натрия (117%) и минимумом у ртути (10%).

Таблица 2. Микроэлементный состав листьев *Ch. angustifolium*, заготовленных на территории ХМАО-Югры в 2018 г.

Элемент	Содержание, мкг/г		Доля элемента из воды в экстракте, %	Содержание в растительном сырье, мкг/г	СКО _{отн} , %	Суточный уровень для человека (Скальный, 2004), мкг/сут			Доля 1 г растительного сырья от суточного уровня, %		
	Вода дистиллированная	Экстракт растительного сырья				дефицита	потребности	токсичности	дефицита	потребности	токсичности
Al	0,012	0,094	13	4,7	45	–	27 500	5 000 000	–	0,017	0,000093
As	0,00008	0,0015	5,3	0,076	61	1	75	20 000	7,6	0,10	0,00038
B	0,0089	0,39	2,3	19	24	200	1 500	4 000 000	9,6	1,3	0,00048
Ca	0,67	73	0,92	3 669	22	0	1 350 000	–	–	0,27	–
Cd	0,000012	0,00015	8,0	0,0076	36	1	3	30	1,5	0,25	0,025
Co	0,000036	0,0020	1,8	0,10	26	10	35	500 000	1,0	0,29	0,000023
Cr	0,00049	0,0017	29	0,085	11	20	125	5 000	0,43	0,068	0,0017
Cu	0,0027	0,025	11	1,3	18	1 000	2 500	200 000	0,13	0,050	0,00063
Fe	0,012	0,14	8,7	6,8	41	1 000	15 000	200 000	0,68	0,045	0,0034
Hg	0,000090	0,00093	9,7	0,047	10	1	3	50	9,3	1,6	0,093
I	0,0043	0,0072	60	0,36	86	10	125	5 000	3,6	0,29	0,0072
K	0,0022	267	0,001	13 345	16	–	2 600 000	6 000 000	–	0,51	0,22
Li	0,00078	0,0031	26	0,15	44	–	100	146 000	–	0,15	0,00010
Mg	0,13	68	0,19	3 401	22	–	300 000	–	–	1,1	–
Mn	0,0012	2,7	0,051	133	52	1 000	4 000	40 000	13	3,3	0,33
Na	0,032	4,4	0,73	222	117	–	5 000 000	–	–	0,0041	–
Ni	0,00039	0,028	1,4	1,4	43	50	150	20 000	2,8	0,94	0,0071
P	0,023	68	0,032	3 409	24	–	1 300 000	–	–	0,26	–
Pb	0,00044	0,0017	26	0,085	67	1	15	1 000	8,7	0,57	0,0085
Se	0,000097	0,00097	10	0,049	11	5	45	5 000	1,0	0,11	0,0010
Si	0,55	0,87	64	43	114	5 000	75 000	500 000	0,87	0,058	0,0087
Sn	0,00010	0,0020	4,9	0,10	62	1 000	6 000	20 000	0,01	0,0022	0,00050
Sr	0,0034	0,47	0,73	23	41	–	1 900	–	–	1,2	–
V	0,000067	0,00032	21	0,016	56	–	–	250	–	–	0,0064
Zn	0,0054	0,31	1,8	15	11	1 000	12 500	600 000	1,5	0,12	0,0026

Содержание подвижной формы индивидуальных элементов в растительном сырье колеблется в широком диапазоне значений от 0,076 мкг/г для кадмия до 13345 мкг/г для калия. В абсолютно высоких концентрациях содержатся калий (13345 мкг/г), кальций (3669 мкг/г), фосфор (3409 мкг/г) и магний (3401 мкг/г). На порядок ниже концентрации натрия (222 мкг/г) и марганца (133 мкг/г). На уровне единиц и десятков единиц концентрации содержатся кремний (43 мкг/г), стронций (мкг/г), бор (19 мкг/г), цинк (15 мкг/г), железо (6,8 мкг/г), алюминий (4,7 мкг/г), никель (1,4 мкг/г), медь (1,3 мкг/г), а минимальные концентрации обнаружены у кадмия (0,0076 мкг/г), ванадия (0,016 мкг/г), ртути (0,047 мкг/г), селена (0,049 мкг/г), мышьяка (0,076 мкг/г), свинца (0,085 мкг/г), хрома (0,085 мкг/г), олова (0,10 мкг/г), кобальта (0,1 мкг/г), лития (0,15 мкг/г) и йода (0,36 мкг/г).

Сравнивая установленные количества подвижной формы элементов, содержащихся в 1 г растительного сырья, со справочными средними значениями суточного уровня дефицита элементов для человека, можно обнаружить, что наиболее значительными для питания человека элементами являются марганец (13%), бор (9,6%), ртуть (9,3%), свинец (8,7%) и мышьяк (7,6%), менее значимыми – йод (3,6%), никель (2,8%), кадмий (1,5%), цинк (1,5%), кобальт (1,0%) и селен (1,0%). К малозначительным элементам относятся хром, медь, железо, кремний и олово, обеспечивающие менее 1% от уровня дефицита каждого элемента. Для остальных элементов, приведенных в табл. 1, оценить их значимость по сравнению с суточным уровнем дефицита для человека не представляется возможным из-за отсутствия соответствующей информации.

Сравнение установленных количеств подвижной формы элементов, содержащихся в 1 г растительного сырья, со справочными средними значениями суточного уровня потребления элементов для человека показало, что в листьях *Ch. angustifolium* наиболее значительными для питания человека элементами являются (как и в предыдущем случае) марганец (3,3%), ртуть (1,6%), бор (1,3%) и, кроме этого, стронций (1,2%) и магний (1,1%), менее значимыми – никель (0,94%), свинец (0,57%), калий (0,51%), йод (0,29%), кобальт (0,29%), кальций (0,27%), фосфор (0,26%), кадмий (0,25%), литий (0,15%), цинк (0,12%), селен (0,11%) и мышьяк (0,10%). Малозначительными (обеспечивающими менее

0,1% от уровня суточного потребления каждого элемента), считаются остальные из 25 элементов, за исключением ванадия, для которого отсутствует справочная информация об уровне суточного потребления человеком.

Исходя из сказанного, можно утверждать, что в водных настоях и отварах из листьев *Ch. angustifolium* для человека пищевую ценность из изученных 25 элементов представляют марганец, бор, ртуть, свинец, мышьяк, стронций и магний. В то же время в питании современного человека очень редко наблюдается нехватка таких элементов, как бор, ртуть, свинец, мышьяк и стронций. Возможно причиной этого может являться малая изученность физиологической роли указанных элементов. Поэтому для человека наибольшую пищевую ценность будут представлять марганец и магний.

Известно, что марганец относится к важнейшим биоэлементам. Он является компонентом множества ферментов, участвует в синтезе и обмене нейромедиаторов в нервной системе, в обмене гормонов щитовидной железы, а также в регуляции обмена витаминов С, Е, группы В, холина, меди, в обеспечении полноценной репродуктивной функции, необходим для нормального роста и развития организма. Марганец препятствует свободнорадикальному окислению, обеспечивает стабильность структуры клеточных мембран, нормальное функционирование мышечной ткани, развитие соединительной ткани, хрящей и костей, усиливает гипогликемический эффект инсулина, повышает интенсивность утилизации жиров, снижает уровень липидов в организме (Скальный, 2004).

Магний является важнейшим внутриклеточным элементом. Он участвует в обменных процессах, тесно взаимодействуя с калием, натрием, кальцием, является активатором для множества ферментативных реакций. Нормальный уровень магния необходим для обеспечения «энергетики» жизненно важных процессов, регуляции нервно-мышечной проводимости, тонуса гладкой мускулатуры (сосудов, кишечника, желчного и мочевого пузыря и т.д.). Магний стимулирует образование белков, регулирует хранение и высвобождение АТФ, снижает возбуждение в нервных клетках. Магний известен как противострессовый биоэлемент, способный создавать положительный психологический настрой. Этот элемент укрепляет иммунную систему, обладает антиаритмическим действием,

способствует восстановлению сил после физических нагрузок (Скальный, 2004).

ВЫВОДЫ

Сравнение установленных количеств подвижной формы элементов, содержащихся в 1 г растительного сырья, со справочными средними значениями суточного уровня токсичности элементов для человека показало, что в листьях *Ch. angustifolium* наиболее значительными для питания человека элементами являются марганец (0,33%) и калий (0,22%). Остальные 23 элемента можно отнести к незначительным, так как они или обеспечивают менее 0,1% от уровня суточного токсичности, или вообще не оказывают на человека токсичного действия при пищевом применении. В то же время обнаруженные уровни содержания 25 изученных элементов не представляют токсической опасности для человека при разумном потреблении водных настоев и отваров из листьев *Ch. angustifolium*, получаемых по классическому рецепту приготовления чая и чайных напитков (2 г растительного сырья на 200 мл горячей воды).

ЛИТЕРАТУРА

Бушуева Г.Р., Сыроешкин А.В., Максимова Т.В., Скальный А.В. Микроэлементы в медицине. 2016; 17(2):15.

Валов Р.И., Автореф. дисс. ... канд. фарм. Наук. Улан-Удэ. 2012. 22 с.

Валов Р.И., Ханина М.А., Родин А.П. Сибирское медицинское обозрение. 2010; 5:44.

Корсун В. Ф., Викторов В. К., Корсун Е.В., Даньшин Е.А. Русский Иван-чай. М.: ООО «Простор Оптима». 2013. 136 с.

Кукина Т.П., Фролова Т.С., Сальникова О.И. Химия растительного сырья. 2014; 1:139.

Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск. 1991., 431 с.

Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Меняйло Л.Н., Павленко Н.И. Химия растительного сырья. 2005; 1:25.

Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Меняйло Л.Н., Химико-фармацевтический журнал. 2007; 3:27).

Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Меняйло Л.Н., Химия растительного сырья. 2005; 4:67.

Полежаева И.В. Фармация. 2007; 7:7.

Растительные ресурсы России и сопредельных государств. СПб: Мир и семья-95. 1996. 234 с.

Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. СПб-М.: Товарищество научных изданий КМК. 2009. Т. 2. С. 248–249.

Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae. Л.: Наука. 1987. С. 200–201.

Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Изд. дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 216 с.

Спиридонов Н.А., Фойгель А.Г., Архипов В.В., Экспериментальная и клиническая фармакология. 1997; 60(4):60.

Суркова О.В. Автореф. дисс. ... канд. биол. Наук. Поволжье. 2009. 24 с.

Царёв В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Химия растительного сырья. 2016; 4:15.

Assessment report on *Epilobium Angustifolium* L. and/or *Epilobium parviflorum* Schreb. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC) EMA/HMPC/712510/2014. P. 1–20.

Bartfay W.J., Bartfay E., Johnson J.G. Biol. Res. Nurs. 2012; 14(1):87.

Bisset N.G., Wichtl M. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Medpharm GmbH Scientific Publishers. Stuttgart. CRC Press, Boca Raton. 1994. 708 p.

Ducrey B., Wolfender J.L., Marston A., Hostettmann K. Phytochemistry. 1995; 38:129.

Hevesi T.B., Blazics B., Kéry A. J. Pharm. and Biomed. Analysis. 2009; 49:26.

Kiss A.K., Bazylo A., Filipek A., Granica S., Jaszewska E., Kiarszys U., Kosmider A., Piwowarski J. Phytomedicine. 2011; 18(7):557.

Slacanian I., Marston A., Hostettmann K., Delabays N., Darbellay C. J. Chromatogr. 1991; 557:391.

Liu Y., Wang C., Han Q., Yu B., Ding G. Chin. Trad. Herb. Drugs. 2003; 34:967.

Zhang J., Li L., Kim S.H., Hagerman A.E. Pharm. Res. 2009; 26:2066.

STUDY OF ELEMENTAL COMPOSITION OF *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* AND THEIR NUTRITIONAL VALUE FOR HUMANS

S.V. Nekhoroshev¹, E.X. Botirov², N.V. Gornikov², A.V. Nekhorosheva¹, V.V. Kubar³

¹ Khanty-Mansiysk state medical Academy, 40, Mira str., 628011, Khanty-Mansiysk, Russia

² Surgut state University, 1, Lenina str., 628412, Surgut, Russia

³ ООО «Tea house «Clean», the street, 46-1, 628680, Megion, Russia

ABSTRACT. *Chamerion angustifolium* (L.) Holub., the family *Onagraceae* (kipreyny), is an herbaceous plant that grows abundant in the wild of Eurasia and North America, since the 16th century widely used in fresh and dried form as a medicinal plant in folk medicine, and in fermented form for the preparation of infusions (tea drinks). It is known from scientific publications that 61 elements have been found in the mineral component of this plant, the content of which depends on the area of its growth. At the same time, most works provide results of determination of gross content of elements, on the basis of which many researchers refer to *Ch. angustifolium* to a possible source of vital human elements. It does not take into account that many of these elements cannot be fully absorbed by the body during digestion. During this work by means of a mass spectrometry method with the inductive and connected plasma (ISP-MS) the maintenance of 25 the elements, most important for the person was studied (Al, B, V, Fe, I, K, Cd, Ca, Co, Si, Li, Mg, Mn, Cu, As, Na, Ni, Sn, Hg, Pb, Se, Sr, P, Cr, Zn). These elements are converted into a water-soluble form in the conventional method of preparing a tea beverage from dry vegetable raw materials - *Ch. angustifolium* leaves collected in 2018 in the wild in the territory of the Nizhnevartovsky district of Khanty-Mansi Autonomous District - Ugra, as well as comparison of the obtained results with reference values of standards of adequate daily consumption of human elements. As a result, *Ch. angustifolium* was found to be in the leaves. The most important elements for human nutrition are manganese and magnesium, contained in the amount of 3.3%/g and 1.1%/g (respectively) of daily consumption of these elements by adults. This plant raw material is not toxic to humans since the known daily level of human toxicity in *Ch. angustifolium* as defined will primarily be achieved by manganese (0.33%/g) and potassium (0.22%/g). The remaining elements reach less than 0.1% of the known daily toxicity level, or have no toxic effect on humans at all when ingested with food.

KEYWORDS: *Chamerion angustifolium* (L.) Holub, elemental composition, chemical elements, aboveground part of the plant, aqueous extract.

REFERENCES

- Bushueva G.R., Syroeshkin A.V., Maksimova T.V., Skal'nyj A.V. Mikroelementy v medicine. 2016; 17(2):15.
- Valov R.I., Avtoref. diss. ... kand. farm. Nauk. Ulan-Ude. 2012. 22 s.
- Valov R.I., Hanina M.A., Rodin A.P. Sibirskoe medicinskoe obozrenie. 2010; 5:44.
- Korsun V. F., Viktorov V. K., Korsun E.V., Dan'shin E.A. Russkij Ivan-chaj. M.: ООО «Prostor Optima». 2013. 136 s.
- Kukina T.P., Frolova T.S., Salmnikova O.I. Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2014; 1:139.
- Minaeva V.G. Lekarstvennye rasteniya Sibiri. Novosibirsk. 1991., 431 s.
- Polezhaeva I.V., Polezhaeva N.I., Menyajlo L.N., Pavlenko N.I. Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2005; 1:25.
- Polezhaeva I.V., Polezhaeva N.I., Menyajlo L.N., Himiko-farmaceuticheskij zhurnal. 2007; 3:27).
- Polezhaeva I.V., Polezhaeva N.I., Menyajlo L.N., Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2005; 4:67.
- Polezhaeva I.V. Farmaciya. 2007; 7:7.
- Rastitel'nye resursy Rossii i sopredel'nyh gosudarstv. SPb: Mir i sem'ya-95. 1996. 234 s.
- Rastitel'nye resursy Rossii. Dikorastushchie cvetkovye rasteniya, ih komponentnyj sostav i biologicheskaya aktivnost'. SPb-M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK. 2009. T. 2. S. 248–249.
- Rastitel'nye resursy SSSR: Cvetkovye rasteniya, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie. Semejstva Hydrangeaceae – Haloragaceae. L.: Nauka. 1987. S. 200–201.
- Skalny A.V. Himicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka. M.: Izd. dom «ONIKS 21 vek»: Mir, 2004. 216 s.
- Spiridonov N.A., Fojgel' A.G., Arhipov V.V., Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya. 1997; 60(4):60.
- Surkova O.V. Avtoref. diss. ... kand. biol. Nauk. Pokrov. 2009. 24 s.
- Caryov V.N., Bazarnova N.G., Dubenskij M.M. Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2016; 4:15.
- Assessment report on *Epilobium angustifolium* L. and/or *Epilobium parviflorum* Schreb. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC) EMA/HMPC/712510/2014. P. 1–20.
- Bartfay W.J., Bartfay E., Johnson J.G. Biol. Res. Nurs. 2012; 14(1):87.
- Bisset N.G., Wichtl M. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Medpharm GmbH Scientific Publishers. Stuttgart. CRC Press, Boca Raton. 1994. 708 p.
- Ducrey B., Wolfender J.L., Marston A., Hostettmann K. Phytochemistry. 1995; 38:129.
- Hevesi T.B., Blazics B., Kéry A. J. Pharm. and Biomed. Analysis. 2009; 49:26.
- Kiss A.K., Bazylko A., Filipek A., Granica S., Jaszewska E., Kiarszys U., Kosmider A., Piwowarski J. Phytomedicine. 2011; 18(7):557.
- Slacanian I., Marston A., Hostettmann K., Delabays N., Darbellay C. J. Chromatogr. 1991; 557:391.
- Liu Y., Wang C., Han Q., Yu B., Ding G. Chin. Trad. Herb. Drugs. 2003; 34:967.
- Zhang J., Li L., Kim S.H., Hagerman A.E. Pharm. Res. 2009; 26:2066.