

УДК 615.322: 582.886

DOI: 10.15372/ChUR2021352

Оценка минерального и аминокислотного состава вегетативной части кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.), произрастающего в экологически чистом районе Магаданской области

Е. А. ЛУГОВАЯ, Е. М. СТЕПАНОВА

Научно-исследовательский центр “Арктика” ДВО РАН,
Магадан (Россия)

E-mail: elena_plant@mail.ru

(Поступила 21.04.21; после доработки 23.06.21)

Аннотация

С целью установления региональной специфики минерального и аминокислотного состава вегетативной части кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L., иван-чай), произрастающего в экологически чистом районе Магаданской области, проанализировано содержание 25 химических элементов и 16 аминокислот в сухом сырье (листья) и растворе (настой). Установлено, что концентрации тяжелых металлов находятся в пределах допустимых значений. Выявлено, что колымский иван-чай обладает особой ценностью, накапливая в ферментированных листьях жизненно необходимые элементы: кальций, магний, калий, фосфор, марганец, железо, медь, бор, кремний, кобальт, и способен в разной степени удовлетворять суточную потребность взрослого человека в этих элементах. Пониженное по сравнению с другими регионами содержание кобальта, селена и цинка в сырье отражает особенности биогеохимии северной территории. Содержание всех изученных аминокислот в кипрее узколистном из Магаданской области оказалось выше, чем в вегетативной части этого растения, собранного в Красноярском крае. Подтверждено мнение ряда ученых о пользе иван-чая в качестве профилактического и биологически активного средства, способного при регулярном применении устранять незначительный дефицит некоторых жизненно важных элементов и выступать в качестве минеральной добавки для лиц любого возраста.

Ключевые слова: кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.), химические элементы, аминокислоты, суточная потребность, север

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наше правительство рассматривает политику здорового питания как важный фактор укрепления здоровья граждан России. Низкая продолжительность жизни и высокая частота заболеваемости прямо или косвенно связаны с несбалансированным питанием. Немаловажное значение в данных условиях приобретает возможность применения дикорастущего растительного сырья, содержащего биологически активные компоненты, способствующие

повышению иммунитета, снижению алиментарных, цереброваскулярных и онкологических заболеваний. Использование местного растительного сырья позволяет сократить логистические затраты, обеспечить доступный уровень цен на разрабатываемую продукцию и ее соответствие потребительским предпочтениям определенного региона [1].

В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы научно обоснованного и рационального применения доступного и широко распространенного отечественного растительного

сырья как важного источника физиологически функциональных пищевых ингредиентов и разработка на этой основе продуктов здорового питания – чайных напитков [2].

Благодаря высокому содержанию ценных биологически активных веществ особый интерес вызывает кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.). О разнообразной биологической активности экстрактов кипрея узколистного в традиционной медицине известно давно. В отечественных и зарубежных работах отмечено антиоксидантное [3, 4], противовоспалительное [5], антиандрогенное [6], антипролиферативное [7, 8], противогрибковое [9, 10], антимикробное [11], антиноцицептивное действие этого растения [12].

Биомасса *Ch. angustifolium* имеет достаточный богатый элементный состав. В наземной части растения установлено наличие 61 элемента, среди которых эссенциальные (жизненно необходимые): Na, Mg, P, K, Ca, Cr, Mn, Co, Ni, Zn, Se, I [13–15]. Согласно данным [13], компонентный состав элементов разных органов растения примерно сопоставим, однако в листьях больше накапливаются Na, Mg, Si, Ca, Cr, Mn, в стеблях – Ni, Ba, в соцветиях – P, K, Cu, Zn, Se, Rb, As. Минеральный состав вегетативных частей кипрея узколистного зависит от территории его произрастания и фазы онтогенеза растения и может варьировать [16], однако компонентный состав растений сопоставим. Среди прочих биологически активных веществ в вегетативной части кипрея узколистного обнаружено 16 аминокислот, шесть из которых незаменимы: 100 г сухого сырья покрывает от 5 до 10 % суточной потребности для взрослого человека в незаменимых аминокислотах [17]. При этом, согласно данным [18], в более высоких широтах, к которым можно отнести и Среднеканский район Магаданской области, содержание биологически активных веществ бывает выше. Имеются сведения о содержании аминокислот в растениях *Ch. angustifolium*, собранных на Северном Кавказе [19], в Красноярском крае [17].

Цель настоящего исследования – установление региональной специфики минерального и аминокислотного состава вегетативной части кипрея узколистного (*Ch. angustifolium* L., иванчай), произрастающего в экологически чистом районе Магаданской области.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Ручной сбор кипрея узколистного проведен в период активного цветения в июле–августе 2019 г. в сухую ясную погоду в экологически бла-

гоприятном Среднеканском районе Магаданской области (62°55'51" с. ш. 152°23'06" в. д.). В утренние часы собирали листья без явно выраженных прожилок с верхней части растения. Способ изготовления полуфабриката из *Ch. angustifolium* предусматривал сбор листьев, завяливание (при температуре 20–24 °С и влажности воздуха 70 %) от 20 до 60 мин до влагосодержания листьев 55–62 % для потери тургора и повышения их эластичности. При завяливании сырье размещали на стеллажах при толщине слоя 80–100 мм. Далее листья скручивали путем вымешивания при помощи роллера или разрушали на листорубке, ферментировали в течение 24 ч при температуре 28–32 °С в присутствии кислорода за счет собственных ферментов иванчая под действием микроорганизмов – катализаторов данного процесса [1, 20], и высушивали до влагосодержания не более 8 % при температуре 50–55 °С в течение 4–5 ч в сушилке конвекционного типа.

Методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС-ИСП) с помощью масс-спектрометра NexION 300D (Perkin Elmer, США) согласно методических указаний МУК 4.1.985–00 “Определение содержания токсичных элементов в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Методика автоклавной пробоподготовки” в рамках договора о научно-практическом сотрудничестве в ООО “Микронутриенты” (Москва) определяли содержание в сухом субстрате листьев кипрея узколистного (предварительно ферментированных) и настоя из него следующих макро- и микроэлементов: алюминия, мышьяка, бора, кальция, кадмия, кобальта, хрома, меди, железа, ртути, йода, калия, лития, магния, марганца, натрия, никеля, фосфора, свинца, селена, кремния, олова, сурьмы, ванадия, цинка. Настой из ферментированного субстрата листьев готовили согласно инструкции к готовому сырью: 1 ч. л. (5 г, чайная ложка “с горкой”) чая залить 200 мл кипятка, настоять 15–30 мин.

Исследование сухого субстрата листьев кипрея узколистного (предварительно ферментированных) на содержание 16 аминокислот (лизин, гистидин, аргинин, аспарагин, треонин, серин, глутамин, пролин, глицин, аланин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, тирозин, фенилаланин) проведено в производственно-технической лаборатории ООО “ВитОМЭК” (Лихославль, Тверская область) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно ГОСТ 32195–2013 (ISO 13903:2005).

Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в макро- и микроэлементах при включении в рацион питания исследуемых пищевых продуктов определяли на основе расчета концентрации элементов в порции 100 г сырого продукта и 200 мл настоя в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, приведенными в методических рекомендациях МР 2.3.1.2432-08 [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлены средние значения концентраций эссенциальных (жизненно необходимых) макро- и микроэлементов, определенных в сухом ферментированном субстрате листьев кипрея узколистного и в его настое (чае), приготовленном в соответствии с инструкцией к применению. По данным [13, 16, 17, 22], водный

настой кипрея узколистного чрезвычайно ценен с точки зрения содержания биологически активных веществ, степень извлечения их из сухого сырья составляет 46.07 %.

При сравнении значений концентраций химических элементов в сухом субстрате кипрея узколистного, собранного в Красноярском крае (Саянский район) и в Магаданской области (Среднеканский район), установлено, что в продукте из Магаданской области выше содержание эссенциальных элементов – кальция, калия, магния и марганца. Содержание железа в сухом продукте в обоих регионах сопоставимо. При этом важно отметить, что магаданское сырье чрезвычайно богато этими минералами и способно удовлетворить значительную долю суточной потребности в них условно-здорового взрослого человека (см. табл. 1).

Содержание таких элементов, как кобальт, хром, селен, ванадий, цинк, ниже, чем в растениях Красноярского края, что, вероятно, связано с биогеохимическими различиями среды произ-

ТАБЛИЦА 1

Содержание макро- и микроэлементов в вегетативной части кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.), произрастающего в Среднеканском районе Магаданской области, мкг/г

Элемент	Сухой субстрат листьев		Настой ферментированного сырья	Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека, % в 100 г проанализированного продукта	
	Магаданская обл., Среднеканский р-н	Красноярский край, Саянский р-н [17]		1	3
1	2	3	1	3	
Макроэлементы					
Ca	9603±960	5824	121±12	76.8	1.0
K	15713±1571	3116.2	399±40	62.9	1.6
Mg	2931±293	908.4	69.07±6.91	73.3	1.7
Na	123±12	279	13.18±1.32	1.0	0.1
P	2593±259	Н. д.	37.14±3.71	32.4	0.5
Эссенциальные микроэлементы					
Cu	5.43±0.54	12.84	0.031±0.005	54.3	0.3
Fe	127±13	159.6	0.811±0.096	84.7 (Ж) 127 (М)	0.5 (Ж) 0.8 (М)
I	0.040±0.006	Н. д.	0.0070±0.0013	2.7	0.5
Mn	139±14	55.09	1.11±0.11	695	5.6
Se	0.021±0.003	0.748	0.000195	2.9	0.03
Zn	28.28±2.83	56.93	0.211±0.025	23.7	0.2
Условно-эссенциальные микроэлементы					
B	19.99±2.00	Н. д.	0.222±0.026	100	1.1
Co	0.051±0.008	0.078	0.00071±0.00021	50	0.7
Cr	17.59±1.76	77.32	0.231±0.028	3.5	0.05
V	0.031±0.005	0.8314	0.00061±0.00017	20	0.4
Si	30.84±3.08	Н. д.	0.521±0.063	61.7	1.04
Li	0.07±0.01	Н. д.	0.0041±0.0008	7	0.4
Ni	1.38±0.14	1.731	0.031±0.004	Н. д.	Н. д.

Примечания. 1. Ж – для женщин, М – для мужчин. 2. Н. д. – нет данных. 3. Здесь и в табл. 2: значения представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое; m – ошибка среднего.

растания: минеральным составом почв, минерализацией грунтовых и подземных вод и т. п. При этом суточная потребность человека в кобальте покрывается на 50 %, в ванадии – на 20 %, в цинке – на 23.7 %. Порция 100 г сухого ферментированного сырья кипрея узколистного также способна полностью покрыть суточную потребность человека в боре, а в кремнии – на 61.7 % (см. табл. 1).

Полученные значения концентраций токсичных микроэлементов в ферментированном сырье кипрея узколистного и настое из него сравнивали с показателями (табл. 2), установленными Единными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 8 декабря 2020 года), гигиеническими требованиями безопасности к пищевой продукции согласно техническому регламенту Таможенного союза “О безопасности пищевой продукции” (ТР ТС 021/2011), а также с межгосударственными стандартами (ГОСТ 30538–97 “Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом” и ГОСТ 26927–86 “Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути”) [23–26]. При оценке содержания в анализируемых образцах токсичных микроэлементов установлено, что в продукте из Среднеканского района Магаданской области содержание тяжелых металлов и токсичных химических элементов ниже, чем в сырье из Красноярского края, однако для обоих регионов эти показатели соответствуют требованиям экологической безопасности [16, 27]. Это согласуется с литературными данными о том,

что сырье кипрея узколистного принято относить к экологически чистому [16].

Многие исследователи в своих опубликованных научных работах единодушны во мнении, что травяные чаи, богатые витаминами, минералами и антиоксидантами, как компонент диетического и функционального питания обязательно должны присутствовать в рационе различных групп населения [1, 18]. Ранее проведенные нами исследования элементного статуса населения Магаданской области свидетельствуют о том, что у жителей г. Магадана более чем в 50 % случаев выявлен характерный “северному” элементному профилю организма дефицит важнейших макроэлементов – кальция и магния, и микроэлементов – кобальта и йода [28, 29]. В разной степени также отмечен недостаток содержания хрома, марганца, цинка и селена. В условиях Севера описанные нарушения элементного баланса способны приводить к снижению адаптационных резервов организма. При этом хронический дефицит основных жизненно важных элементов в экстремальных северных условиях может приводить к развитию дисфункций многих физиологических систем и широкого спектра патологий.

Анализ средних значений концентраций макро- и микроэлементов в чайном напитке, приготовленном из 5 г ферментированных листьев кипрея узколистного, произведенных в Магаданской области, позволяет сделать вывод о том, что степень удовлетворения адекватного уровня суточной потребности взрослого человека при употреблении 200 мл напитка в день не столь значительна, но при условии формирования полноценного сбалансированного пищевого рациона порция чая станет хорошей добавкой к

ТАБЛИЦА 2

Содержание токсичных микроэлементов в вегетативной части кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.), произрастающего в Среднеканском районе Магаданской области, мкг/г

Микроэлемент	Сухой субстрат листьев		Настой ферментированного сырья	ВДУ мг/кг, не более [23–26]	
	Магаданская обл., Среднеканский р-н	Красноярский край, Саянский р-н [17]		1	3
	1	2	3	1	3
Al	27.45±2.75	169.3	0.081±0.012	Н. д.	Н. д.
As	0.041±0.007	1.025	0.00091±0.00026	<0.2	1.0
Cd	0.0041±0.0009	0.064	0.00003±0.00001	<0.1	1.0
Hg	0.0041±0.0008	0	Н. д.	<0.03	0.1
Pb	0.081±0.012	0.0013	0.00051±0.00014	<0.5	10.0
Sn	0.0071±0.0014	Н. д.	0.000071±0.000021	Н. д.	Н. д.
Sr	45.72±4.57	30.92	0.461±0.056	Н. д.	Н. д.

Примечание. 1. Обозн. см. табл. 1. 2. ВДУ – верхний допустимый уровень.

ТАБЛИЦА 3

Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в некоторых химических элементах при употреблении настоя кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.), произрастающего в Среднеканском районе Магаданской области, %

Способ употребления	Химический элемент										
	Ca	K	Mg	Na	P	Cu	Fe	I	Mn	Se	Zn
Напиток (5 г на 200 мл воды)	1.0	1.6	1.7	0.1	0.5	0.3	0.5 (Ж) 0.8 (М)	0.5	5.6	0.03	0.2
Водный концентрат (100 г на 200 мл воды)	19.4	31.9	34.5	2.0	9.3	6.0	10.7 (Ж) 16.0 (М)	10.0	111.0	0.6	4.0

Примечание. Ж – для женщин, М – для мужчин.

пище. Вместе с тем, зная об абсолютном содержании эссенциальных минералов в ферментированном листе кипрея узколистного, при установленных лабораторными методами дефицитах биоэлементов в организме человека и под наблюдением лечащего врача можно приготовить водный концентрат из 100 г сухого сырья на 200 мл воды. В данном случае пропорционально увеличится и степень удовлетворения суточной потребности в дефицитных химических элементах (табл. 3).

В вегетативной части кипрея узколистного обнаружено также 16 аминокислот, шесть из которых незаменимы. Согласно данным [13, 17], 100 г сухого сырья иван-чая покрывает от 5 до 10 % суточной потребности для взрослого человека в незаменимых аминокислотах.

При анализе аминокислотного состава сухого сырья *Ch. angustifolium*, собранного в Магаданской области и в Красноярском крае, в магаданском продукте содержание всех изученных аминокислот оказалось выше, некоторые значения различались в 1.5–2 раза (табл. 4). Сумма свободных аминокислот в образце иван-чая, собранного в Саянском районе Красноярского края, составила 10.09 % [17], в образце из Среднеканского района Магаданской области – 14.21 %. Наличие такого количества аминокислот обеспечивает широкий спектр фармакологического действия вегетативной части кипрея узколистного. Однако процентное соотношение (доля аминокислот от общего содержания) различно: например, содержание аспарагина, пролина, серина и глутамин в регионе сравнения больше, чем в продукте местного производства. Выявлено также, что в обоих образцах кипрея узколистного превалирует доля глутамин, аспарагин и лейцин, оказывающих положительное влияние на сердечно-сосудистую и эндокринную системы организма.

Сравнивая состав аминокислот “идеального” белка ФАО/ВОЗ с белками женского или коровьего молока, а также яйца, можно увидеть, что последние отличаются принципиально иным составом и соотношением заменимых и незаменимых аминокислот, близким к 1.0. Тогда как в “идеальном” белке ФАО/ВОЗ, а также в современных отечественных нормах это соотношение больше 2.0 (2.12–2.5), что характерно для белков растительного происхождения [30]. По нашим данным, отношение заменимых аминокислот к незаменимым в листьях кипрея узколистного, собранного в Магаданской области, составило 1.39, в Красноярском крае – 1.62.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые определено наличие и абсолютное содержание 25 макро- и микроэлементов в сухом субстрате листьев кипрея узколистного (предварительно ферментированных) и настоя из них, а также 16 аминокислот в сухом ферментированном сырье. Результаты настоящего исследования согласуются с мнением ряда отечественных и зарубежных ученых о пользе кипрея узколистного в качестве профилактического и биологически активного средства, при регулярном применении способного устранить незначительный дефицит некоторых жизненно важных макро- и микроэлементов и выступать в качестве минеральной добавки к пище для лиц любого возраста. Ферментированные листья богаты такими жизненно необходимыми элементами, как кальций, магний, калий, фосфор, марганец, железо, медь, бор, кремний, кобальт, а концентрированный настой из них способен в разной степени удовлетворить суточную потребность взрослого человека в этих элементах. Для жителей северных и арктических территорий важно употреблять травяной

ТАБЛИЦА 4

Содержание свободных аминокислот в вегетативной части кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.)

Аминокислота	Содержание аминокислоты, % в пересчете на абсолютно сухое вещество		Доля от общего содержания аминокислот, %	
	Магаданская обл., Среднеканский р-н	Красноярский край, Саянский р-н [17]	Магаданская обл., Среднеканский р-н	Красноярский край, Саянский р-н [17]
Лизин	0.930	0.46	6.55 (6)	4.56 (13)
Гистидин	0.526	0.26	3.70 (15)	2.58 (15)
Аргинин	0.831	0.58	5.90 (9)	5.75 (8)
Аспарагин	1.435	1.29	10.10 (2)	12.78 (2)
Треонин	0.749	0.49	5.30 (10)	4.85 (12)
Серин	0.679	0.52	4.80 (13)	5.15 (10)
Глутамин	1.755	1.77	12.35 (1)	17.54 (1)
Пролин	0.727	0.62	5.12 (12)	6.14 (4)
Глицин	0.862	0.55	6.07 (8)	5.45 (9)
Аланин	0.959	0.6	6.75 (4)	5.95 (6)
Валин	0.940	0.61	6.62 (5)	6.05 (5)
Метионин	0.285	0.13	2.01 (16)	1.29 (16)
Изолейцин	0.744	0.5	5.24 (11)	4.96 (11)
Лейцин	1.368	0.82	9.63 (3)	8.13 (3)
Тирозин	0.543	0.31	3.82 (14)	3.07 (14)
Фенилаланин	0.874	0.58	6.15 (7)	5.75 (7)

Примечание. В скобках указано ранжирование порядка расположения аминокислоты при распределении доли от общего содержания аминокислот.

напиток из листьев кипрея узколистного, собранного на территории своего региона, так как такой чай имеет богатый элементный и аминокислотный состав ввиду произрастания в северных широтах.

НИЦ “Арктика” ДВО РАН выражает благодарность ИП Павленко В. А. за помощь в организации и проведении исследования и предоставленное сухое ферментированное сырье иван-чая (лист кипрея узколистного, “Дары Колымы”©).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Заворохина Н. В., Чугунова О. В., Фозилова В. В. Чайные напитки антиоксидантной направленности на основе кипрея узколистного // Пиво и напитки. 2013. № 1. С. 28–31.
 2 Фозилова В. В. Разработка и исследование потребительских свойств чайных напитков на основе кипрея узколистного. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2014. 16 с.
 3 Shikov A. N., Poltanov E. A., Dorman H. J., Makarov V. G., Tikhonov V. P., Hiltunen R. Chemical composition and *in vitro* antioxidant evaluation of commercial water-soluble willow herb (*Epilobium angustifolium* L.) extracts // J. Agric. Food Chem. 2006. Vol. 54, No. 10. P. 3617–3624.
 4 Stajner D., Popovic B. M., Boza P. Evaluation of willow herb's (*Epilobium angustifolium* L.) antioxidant and radical scavenging capacities // Phytother. Res. 2007. Vol. 21, No. 12. P. 1242–1245.

5 Hiermann A., Juan H., Sametz W. Influence of *Epilobium* extracts on prostaglandin biosynthesis and carrageenin induced oedema of the rat paw // J. Ethnopharmacol. 1986. Vol. 17, No. 2. P. 161–169.
 6 Hiermann A., Bucar F. Studies of *Epilobium angustifolium* extracts on growth of accessory sexual organs in rats // J. Ethnopharmacol. 1997. Vol. 55, No. 3. P. 179–183.
 7 Vitalone A., Guizzetti M., Costa L. G., Tita B. Extracts of various species of *Epilobium* inhibit proliferation of human prostate cells // J. Pharm. Pharmacol. 2003. Vol. 55, No. 5. P. 683–690.
 8 Vitalone A., McColl J., Thome D., Costa L. G., Tita B. Characterization of the effect of *Epilobium* extracts on human cell proliferation // Pharmacology. 2003. Vol. 69, No. 2. P. 79–87.
 9 Jones N. P., Arnason J. T., Abou-Zaid M., Akpagana K., Sanchez-Vindas P., Smith M. L. Antifungal activity of extracts from medicinal plants used by First Nations Peoples of eastern Canada // J. Ethnopharmacol. 2000. Vol. 73, No. 1–2. P. 191–198.
 10 Webster D., Taschereau P., Belland R. J., Sand C., Rennie R. P. Antifungal activity of medicinal plant extracts; preliminary screening studies // J. Ethnopharmacol. 2008. Vol. 115, No. 1. P. 140–146.
 11 Battinelli L., Tita B., Evandri M. G., Mazzanti G. Antimicrobial activity of *Epilobium* spp. extracts // Farmaco. 2001. Vol. 56, No. 5–7. P. 345–348.
 12 Pourmorad F., Ebrahimzadeh M. A., Mahmoudi M., Yasini S. Antinociceptive activity of methanolic extract of *Epilobium hirsutum* // Pak. J. Biol. Sci. 2007. Vol. 10, No. 16. P. 2764–2767.
 13 Царев В. Н., Базарнова Н. Г., Дубенский М. М. Кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.) химический

- состав, биологическая активность (обзор) // Химия раст. сырья. 2016. № 4. С. 15–26.
- 14 Валов Р. И., Ханина М. А., Родин А. П. Элементный состав *Chamerion angustifolium* (L.) Holub // Сиб. мед. обозрение. 2010. № 5 (65). С. 44–47.
- 15 Tkachenko K., Frontasyeva M., Vasilev A., Avramov L. Major and trace element content of wildlife plants *Chamerion angustifolium* (L.) Holub // Int. J. Med. Plants. 2020. Vol. 114. P. 913–921.
- 16 Полежаева И. В., Меняйло Л. Н., Левданский В. А. Изучение экстрактивных веществ *Chamerion angustifolium* (L.) Holub // Химия раст. сырья. 2005. № 1. С. 25–29.
- 17 Полежаева И. В., Полежаев Н. И., Меняйло Л. Н. Аминокислотный и минеральный состав вегетативной части *Chamerion angustifolium* (L.) Holub // Хим.-фарм. журн. 2007. № 3. С. 27–29.
- 18 Корнилова Т. И. Иван-чай как перспективный травяной напиток для северян // Наука и техника в Якутии. 2016. № 1 (30). С. 79–82.
- 19 Богаевская Н. И., Бандюкова В. А. Химическое изучение некоторых растений семейства кипрейных. Аминокислотный состав видов *Chamerion* и *Oenothera mollissima* // Химия природных соединений. 1990. № 2. С. 285–287.
- 20 Постнов Е. Л., Бушуев И. В., Панкратова А. А. Микробиологические исследования биотехнологического процесса при приготовлении чая из кипрея узколистного в ферментационной камере // Изв. Санкт-Петербургского гос. аграр. ун-та. 2020. № 2 (59). С. 159–167.
- 21 Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 “Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации”. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 36 с.
- 22 Полежаева И. В. Изучение экстрактов надземной части *Chamerion angustifolium* (L.) Holub // Вестн. КрасГАУ. 2007. № 3. С. 91–94.
- 23 Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 8 декабря 2020 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902249109> (дата обращения: 12.04.2021).
- 24 Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 0021/2011 “О безопасности пищевой продукции” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 12.04.2021).
- 25 ГОСТ 30538–97 “Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200028563> (дата обращения: 16.04.2021).
- 26 ГОСТ 26927–86 “Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200021114> (дата обращения: 16.04.2021).
- 27 Протокол испытательной лаборатории “МосСтандарт” № 036-26/08-20 от 26.08.2020 г. на напиток “Иван-чай гранулированный, ферментированный”.
- 28 Луговая Е. А., Степанова Е. М. Оценка нутриентной обеспеченности жителей Севера с учетом содержания макро- и микроэлементов в пищевых продуктах // Вопросы питания. 2015. № 84 (2). С. 44–52.
- 29 Lugovaya E. A., Stepanova E. A. Structure of macro- and trace elements status observed in residents of Magadan Town // Journal of Life Sciences (India). 2014. Vol. 9, No. 9. P. 794–797.
- 30 Лысиков Ю. А. Аминокислоты в питании // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012. № 2. С. 88–105.