

Элементный состав плодов наиболее распространенных растений семейства *Vacciniaceae*

Д.С. Круглов, В.В. Величко

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Нарушения микроэлементного гомеостаза являются причинами микроэлементозов, которые часто приводят к развитию таких социально-значимых патологий, как железодефицитная анемия (ЖДА) и сахарный диабет.

Цель. Исследование микроэлементного состава плодов растений семейства *Vacciniaceae* и определение их перспективности для использования в профилактике микроэлементозов.

Материалы и методы. Содержание 37 элементов, в том числе эссенциальных (Mn, Fe, Cu, Cr, Co, Zn) и элементов-токсикантов (Pb, Hg, As и Cd), определяли методом масс-спектропии с индуктивно-связанной плазмой.

Результаты. Содержание элементов-токсикантов во всех исследуемых образцах ниже допустимых норм. Содержание эссенциальных микроэлементов различно, что необходимо учитывать в профилактике конкретного микроэлементоза.

Заключение. Собранное сырье экологически безопасно и может быть использовано в лечебных целях. Комбинация плодов клюквы и черники является оптимальной с точки зрения содержания марганца и цинка и может применяться для профилактики сахарного диабета. С точки зрения профилактики ЖДА предпочтительно использовать плоды голубики, которые имеют эквивалентные концентрации железа и марганца и максимальное содержание кобальта.

Ключевые слова: микроэлементы, железодефицитная анемия, сахарный диабет, элементы-токсиканты, брусничные, черника, брусника, голубика, клюква, красника.

Образец цитирования: Круглов Д.С., Величко В.В. Элементный состав плодов наиболее распространенных растений семейства *Vacciniaceae* // Journal of Siberian Medical Sciences. 2022;6(4):7-14. DOI: 10.31549/2542-1174-2022-6-4-7-14

Elemental composition of fruits of the most plants of the *Vacciniaceae* family

D.S. Kruglov, V.V. Velichko

Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

Introduction. Disturbances of trace element hemostasis are the causes of trace element imbalance, which often lead to the development of such major human diseases as iron deficiency anemia (IDA) and diabetes mellitus.

Aim. Study of the trace element composition of fruits of the *Vacciniaceae* family plants and determination of their prospects for use in the prevention of trace element imbalance.

Materials and methods. The content of 37 elements, including essential (Mn, Fe, Cu, Cr, Co, Zn) and toxic elements (Pb, Hg, As, and Cd), was determined by inductively coupled plasma mass spectroscopy.

Поступила в редакцию 21.03.2022
Прошла рецензирование 30.03.2022
Принята к публикации 15.04.2022

Автор, ответственный за переписку
Величко Виктория Владимировна: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. 630091, г. Новосибирск, Красный просп., 52.
E-mail: velichkvik@rambler.ru

Received 21.03.2022
Revised 30.03.2022
Accepted 15.04.2022

Corresponding author
Victoriya V. Velichko: Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny prosp., Novosibirsk, 630091, Russia.
E-mail: velichkvik@rambler.ru

Results. The content of toxic elements in all the studied samples is below the reference values. The content of essential microelements differs, which must be taken into account in the prevention of specific imbalance of trace elements.

Conclusion. The collected raw materials are environmentally safe and can be used for medicinal purposes. The combination of cranberry and blueberry is optimal in terms of manganese and zinc content and can be used to prevent diabetes. From the point of view of the IDA prevention, it is preferable to use blueberry fruits, which have equimolar concentrations of iron and manganese and the maximum content of cobalt.

Keywords: trace elements, iron deficiency anemia, diabetes mellitus, toxic elements, *Vacciniaceae* family, bilberry, lingonberry, blueberry, cranberry, Kamchatka bilberry.

Citation example: Kruglov D.S., Velichko V.V. Elemental composition of fruits of the most plants of the *Vacciniaceae* family. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2022;6(4):7-14. DOI: 10.31549/2542-1174-2022-6-4-7-14

ВВЕДЕНИЕ

Биогенные макро- и микроэлементы участвуют практически во всех биохимических процессах – окислительно-восстановительных реакциях, свободно-радикальном окислении, синтезе белка, дифференцировке и росте тканей и др. [1]. Концентрация элементов в тканях организма строго сбалансирована и поддерживается системой гомеостаза. Для нормального протекания всех физиологических процессов в организме его элементный состав должен иметь определенный баланс, и в этом смысле можно говорить об элементном гомеостазе.

Нарушения элементного гомеостаза как составной части гомеостатической системы организма приводят к возникновению патологических состояний – микроэлементозов [2]. Так, нарушение баланса микроэлементов «крововетворного комплекса» – Mn, Fe, Cu, Cr [3] – приводит к развитию клинического синдрома железодефицитной анемии (ЖДА), а развивающаяся в последующем тканевая и гемическая гипоксия становится причиной расстройств сердечно-сосудистой, нервной и других систем организма. В конечном итоге дефицит железа вызывает снижение резистентности организма, хронизацию различных заболеваний и, как следствие, снижение работоспособности, детородной функции женщин, ухудшение качества жизни, а также развитие осложнений во время беременности и родов и задержку развития и роста детей [4, 5]. По своей значимости ЖДА, распространенность которой достигает до 20 % в популяции (преимущественно среди женщин детородного возраста), а с учетом латентного дефицита железа – 30–40 % (в некоторых регионах до 50–60 %), может быть отнесена к социально значимым заболеваниям [6]. К микроэлементам «крововетворного комплекса» следует отнести и кобальт, который, будучи элементом протестической группы цианокобаламина, не

INTRODUCTION

Biogenic macro- and microelements are involved in almost all biochemical processes: redox reactions, free radical-mediated oxidation, protein synthesis, tissue differentiation and growth, etc. [1]. The concentration of elements in body tissues is strictly balanced and maintained by the homeostasis system. For the normal course of all physiological processes in the body, its elemental composition must have a certain balance, and in this sense we can talk about elemental homeostasis.

Disturbances of elemental homeostasis as an integral part of the bodily homeostasis system lead to the development of pathology – trace element imbalance [2]. Thus, an imbalance in microelements of the hematopoietic complex – Mn, Fe, Cu, Cr [3] – leads to iron deficiency anemia (IDA), and subsequent tissue and hemic hypoxia causes disorders of the cardiovascular, nervous and other body systems. Ultimately, iron deficiency causes a decrease in the body's resistance, chronicity of various diseases and, as a result, a decrease in performance, female infertility, quality of life worsening, as well as the increased risk of complications during pregnancy and childbirth, and delay in the development and growth of children [4, 5]. In terms of its importance, IDA, the prevalence of which reaches up to 20% in the population (mainly among women of childbearing age), and taking into account the latent iron deficiency being up to 30–40% (in some regions up to 50–60%), can be attributed to socially significant diseases [6]. Microelements of the hematopoietic complex should also include cobalt, which, as an element of the prosthetic group of cyanocobalamin, not only actively participates in enzymatic processes and the production of thyroid hormones, but also increases the absorption of iron and hemoglobin synthesis, being a stimulant of erythropoiesis [1].

Another major disease is diabetes mellitus (up to 7% of the world's population suffers from it) [7], the pathogenesis of which also depends on the balance of

только активно участвует в ферментативных процессах и выработке гормонов щитовидной железы, но и повышает усвоение железа и синтез гемоглобина, являясь стимулятором эритропоэза [1].

Другим распространенным социально-значимым заболеванием является сахарный диабет (им страдает до 7 % населения Земли) [7], патогенез которого также зависит от баланса микроэлементов. В частности, цинк стимулирует синтез инсулина; трехвалентный хром усиливает действие инсулина и выступает в качестве фактора толерантности к глюкозе, а марганец активизирует мишени – лиганды, участвующие в синтезе инсулина [8].

Характерной особенностью многих микроэлементозов является наличие латентного периода дефицита микроэлементов, с течением времени переходящего в стадию болезни. В этой связи важным аспектом является профилактика микроэлементозов, в которой особую роль играют лекарственные растительные препараты. В растительном организме содержатся практически все элементы земной коры, многие из которых находятся в терапевтических для организма человека концентрациях.

Известно, что максимальное содержание элементов обнаруживается в вегетативных органах растения, особенно в тех, где протекает фотосинтез [9]. Вместе с тем их биодоступность затруднена ввиду того, что они находятся в форме малорастворимых солей и переходят в суммарные извлечения экстенпоральных лекарственных форм в значительно меньших количествах, чем содержатся в нативном сырье [10]. В плодах макро- и микроэлементы находятся в более доступной форме, и, кроме того, плоды поступают в нативном состоянии в желудочно-кишечный тракт, где включается не только диффузионный путь поступления микроэлементов в кровь, но и лигандный обмен, обеспечивающий перенос в кровь катионов из малорастворимых соединений [11]. В этом смысле весьма интересны плоды дикорастущих растений семейства брусничных: черника, голубика, клюква, брусника, красника — их ресурсная база весьма существенна, и они традиционно используются как пищевой продукт, а также в народной медицине. Важно и то, что, в отличие от культивируемых растений, в период роста данные дикорастущие растения не обрабатывают различными химикатами, что делает эти виды сырья безопасными для использования в пищевой цепи.

microelements. In particular, zinc stimulates insulin synthesis; trivalent chromium enhances the action of insulin and acts as a factor of glucose tolerance, and manganese activates the targets – ligands involved in insulin synthesis [8].

A characteristic feature of many types of trace element imbalance is the presence of a latency period of trace element deficiency, which eventually turns into a disease stage. In this regard, an important aspect is the prevention of imbalance of trace elements, in which herbal medicines play a special role. The plant body contains almost all elements of the Earth's crust, and many of them are in human therapeutic concentrations.

It is known that the maximum content of elements is found in the vegetative organs of a plant, especially in those where photosynthesis proceeds [9]. At the same time, their bioavailability is hindered due to the fact that they are in the form of sparingly soluble salts, and pass into the crude extracts of extemporaneous dosage forms in much smaller amounts than the native raw materials contain [10]. In fruits, the macro- and microelements are in a more accessible form, and, in addition, the fruits enter the gastrointestinal tract in a native state, where not only the diffusion pathway for the entry of microelements into the blood is switched on, but also the ligand exchange, which ensures the transfer of cations from sparingly soluble compound into the blood [11]. In this sense, the fruits of wild plants of the *Vacciniaceae* family are of great interest, namely, bilberry, blueberry, cranberry, lingonberry, and Kamchatka bilberry. Their resource base is very substantial, and they are traditionally used as a food product and in folk medicine. It is also important that, unlike cultivated plants, these wild herbs are not treated with various chemicals during the growth period, which makes these types of raw materials safe for use in the food chain.

AIM OF THE RESEARCH

The study of the trace element composition of the fruits of *Vacciniaceae* family plants and determination of their prospects for use in the prevention of trace element imbalance.

MATERIALS AND METHODS

The objects of the study were the fruits of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.), lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.), blueberry (*Vaccinium uliginosum* L.), cranberry (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), and Kamchatka bilberry (*Vaccinium praestans* Lamb.) collected in the flowering phase in endemic areas of Siberia and the Far East (Table 1).

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование микроэлементного состава плодов растений семейства *Vacciniaceae* и определение их перспективности для использования в профилактике микроэлементозов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили плоды черники (*Vaccinium myrtillus* L.), брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубики (*Vaccinium uliginosum* L.), клюквы (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.) и красники (*Vaccinium praestans* Lamb.), собранные в фазе плодоношения в типичных местах произрастания на территории Сибири и Дальнего Востока (табл. 1).

После сбора сырье доводили в воздушно-тепловой сушилке при температуре 40 °С до воздушно-сухого состояния (влажность ~10 %) и измельчали. Далее точную навеску измельченного сырья (0.1–0.2 г) помещали во фторопластовый вкладыш в автоклаве и добавляли 5 мл концентрированной азотной кислоты [12]. Автоклав герметично закрывали и помещали в микроволновую печь. Разложение пробы проводили в следующем режиме нагрева: подъем температуры до 200 °С в течение 5 мин, выдерживание в течение 5 мин при 200 °С, охлаждение до 45 °С. Охлаж-

After collection, the raw material was brought to the air-dry state (humidity ~10%) in a hot-air drier at a temperature of 40°C, and crushed. Next, an accurate weight of the crushed raw material (0.1–0.2 g) was placed in a teflon liner in an autoclave, and 5 ml of concentrated nitric acid was added [12]. The autoclave was sealed and placed in a microwave oven. Sample decomposition was carried out in the following heating mode: temperature rise to 200°C for 5 min, incubation for 5 min at 200°C, cooling to 45°C. The cooled autoclave was shaken to mix the contents, and the dissolved sample was transferred quantitatively into a 15 ml tube by shaking the capped liner three times with 1 ml of deionized water and transferring each wash into the tube, then diluted to 10 ml with deionized water, closed, and mixed. Afterwards a 1 ml aliquot was taken with an automatic dispenser having replaceable tip, and made up to 10 ml with 0.5% nitric acid; then the sample solution was analyzed on an ELAN 9000 mass spectrometer (PerkinElmer Inc., USA). The content of trace elements was determined by inductively coupled plasma mass spectroscopy [13]. To control the correctness of the determination, a spike test was used. All measurements were carried out with 5 samples, and the obtained values were averaged.

Таблица 1. Объекты исследования

Table 1. Objects of study

Растение Plant	Место произрастания / Place of growth	Географические координаты Geographical coordinates	
		широта latitude	долгота longitude
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Томская область, Колпашевский район, 3 км на северо-восток от г. Колпашево, смешанный лес Tomsk Region, Kolpashevsky District, 3 km north-east from the town of Kolpashevo, mixed forest	58°20.88'	82°59.64'
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Республика Бурятия, Северо-Байкальский район, 6 км на север от пгт Кумора, беломошная тайга Republic of Buryatia, Severo-Baikalsky District, 6 km to the north from the Kumora village, white moss taiga	55°56.51'	111°09.70'
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Омская область, Усть-Ишимский район, 7 км на северо-восток от д. Еланка, болото в хвойном лесу Omsk Region, Ust-Ishimsky District, 7 km north-east of the village of Elanka, a swamp in conifers forest	57°46.04'	75°03.30'
<i>Vaccinium praestans</i>	Сахалинская область, Поронайский городской округ, 5 км на восток от с. Тихменево, моховое болото Sakhalin Region, Poronaysky urban District, 5 km to the east from the Tikhmenevo village, a moss swamp	49°11.68'	142°57.65'
<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	Новосибирская область, Доволенский район, 5 км на юго-восток от с. Баран, сфагновое болото Novosibirsk Region, Dovolensky District, 5 km south-east from the Baran village, a sphagnum bog	54°29.64'	79°49.92'

денный автоклав встряхивали для перемешивания содержимого и 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% азотной кислотой, после чего анализировали на масс-спектрометре ELAN 9000 (PerkinElmer Inc., США). Содержание микроэлементов определяли методом масс-спектро스코пии с индуктивно-связанной плазмой [13]. Для контроля правильности определения использовали метод добавок. Все измерения проводили на 5 пробах, и полученные значения усредняли.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты определения микроэлементного состава растений приведены в табл. 2.

Для дальнейшего анализа были выделены две группы элементов (табл. 3):

1) эссенциальные микроэлементы (железо, марганец, хром, медь, кобальт, цинк), дефицит которых часто является причиной наиболее распространенных микроэлементозов;

2) элементы-токсиканты (мышьяк, кадмий, ртуть и свинец), содержание которых определяет безопасность применения растительных препаратов и строго нормируется в лекарственном растительном сырье Государственной фармакопеей XIV издания [13].

Как показывает анализ полученных данных, по содержанию хрома все исследуемые плоды близки, в то же время по содержанию меди максимальное значение наблюдается в плодах клюквы. Учитывая, что медь повышает активность инсулина [1], плоды клюквы могут быть рекомендованы для профилактики или в сочетанной терапии сахарного диабета, однако в связи с тем, что содержание цинка в плодах черники максимально – оптимальным средством профилактики данной патологии будет смесь плодов клюквы и черники.

С позиций профилактики ЖДА важно не абсолютное значение содержания железа, а соотношение железо-марганец. При эквимоллярном соотношении железо-марганец ионы железа находятся [14] в трехвалентном виде, что является оптимальным для профилактики ЖДА, так как в этом случае удается избежать цитотоксического действия двухвалентного железа [15]. С учетом данного обстоятельства наиболее оптимальны для использования в профилактике ЖДА плоды голубики.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of determining the trace element composition of plants are given in Table 2.

Two groups of elements were distinguished for further analysis (Table 3):

1) essential trace elements (iron, manganese, chromium, copper, cobalt, zinc), the deficiency of which is often the cause of the most common types of trace elements imbalance;

2) toxic elements (arsenic, cadmium, mercury and lead), the content of which determines the safety of the use of herbal preparations and is strictly standardized in medicinal herbal raw materials by the State Pharmacopoeia XV edition [13].

As the analysis of the obtained data shows, all the studied fruits are similar in the chromium content; at the same time, the maximum value of copper is observed in cranberry fruits. Considering that copper increases insulin activity [1], cranberry fruits can be recommended for prevention or in combined therapy of diabetes mellitus, however, due to the fact that the zinc content in bilberry is the maximum, the mixture of cranberry and bilberry fruits will be the best way to prevent this pathology.

From the standpoint of IDA prevention, it is not the absolute value of the iron content that is important, but the iron-manganese ratio. At an equimolar iron-manganese ratio, iron ions are [14] in a trivalent form, which is optimal for the prevention of IDA, since in this case it is possible to avoid the cytotoxic effect of ferrous iron [15]. Taking this into account, the blueberry fruits are the most optimal for use in the prevention of IDA. In addition, the fruits of blueberry have the maximum content of cobalt, which increases the absorption of iron and, being a stimulant of erythropoiesis, is necessary for the prevention of IDA.

The content of toxic elements in all the studied samples is below the reference range: lead – no more than 6.0 µg/g; cadmium – no more than 1.0 µg/g; mercury – no more than 0.1 µg/g; arsenic – no more than 0.5 µg/g [13].

CONCLUSION

The comparison of the content of lead, cadmium, mercury and arsenic in the studied fruit samples with their maximum content for herbal preparations showed that the collected raw materials are environmentally safe and can be used for medicinal purposes. The ratio of essential trace elements is different, which must be taken into account in the prevention of a specific trace element imbalance. It was found that the combination of cranberry and bilberry

Таблица 2. Содержание элементов в плодах растений семейства брусничные, мкг/г
Table 2. The content of elements in the fruits of plants of the *Vacciniaceae* family, µg/g

Элемент Element	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Vaccinium praestans</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
Литий / Lithium	0.071	0.021	0.075	0.021	0.115
Бериллий / Beryllium	0.013	0.008	0.008	0.013	0.0033
Натрий / Sodium	227.9	16.4	19.1	18.4	88.0
Магний / Magnesium	721.4	539.4	878.9	647	477.0
Алюминий / Aluminum	33.6	34.0	82.0	55.9	50.0
Кремний / Silicon	420.7	440.6	352.6	327.4	448.0
Фосфор / Phosphorus	788.1	829.3	1151.6	1096.5	987.0
Калий / Potassium	6380.1	4605.5	5358.3	6007.8	4400.0
Кальций / Calcium	1160.3	1131.7	835.3	1369.3	930.0
Титан / Titanium	3.01	2.29	2.72	4.09	3.23
Ванадий / Vanadium	0.19	0.04	0.082	0.11	0.69
Хром / Chromium	3.52	2.57	3.83	2.92	3.76
Марганец / Manganese	104.4	282.5	48.6	278.1	92.0
Железо / Iron	42.0	22.3	20.5	49.3	70.0
Кобальт / Cobalt	0.035	0.028	0.022	0.043	0.074
Никель / Nickel	0.61	0.41	2.28	0.36	0.65
Медь / Copper	6.49	4.19	3.71	3.95	3.19
Цинк / Zinc	9.1	12.0	18.3	8.45	15.1
Галлий / Gallium	0.02	0.034	0.022	0.033	0.032
Германий / Germanium	0.005	0.0051	0.0085	0.0074	0.003
Мышьяк / Arsenic	0.4	0.32	0.24	0.4	0.25
Селен / Selenium	2.00	2.00	2.38	2.00	0.12
Рубидий / Rubidium	3.14	13.4	4.44	18.0	12.3
Стронций / Strontium	5.37	2.35	1.39	1.51	5.4
Иттрий / Yttrium	0.011	0.0055	0.003	0.011	0.016
Цирконий / Zirconium	0.052	0.012	0.013	0.035	0.14
Ниобий / Niobium	0.0051	0.0014	0.00047	0.0026	0.0066
Молибден / Molybdenum	0.030	0.037	0.202	0.12	1.45
Кадмий / Cadmium	0.037	0.01	0.066	0.025	0.093
Олово / Tin	20.0	10.1	12.9	18.5	19.7
Сурьма / Antimony	0.030	0.040	0.030	0.030	0.013
Теллур / Tellurium	0.007	0.070	0.070	0.070	0.01
Цезий / Cesium	0.015	0.060	0.011	0.12	0.073
Барий / Barium	7.57	11.6	8.44	11.1	9.95
Ртуть / Mercury	0.023	0.031	0.015	0.02	0.013
Свинец / Lead	0.066	0.095	0.049	0.28	0.75
Висмут / Bismuth	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0025

Таблица 3. Содержание эссенциальных и токсичных микроэлементов в исследуемых плодах, мкг/г
Table 3. The content of essential and toxic trace elements in the studied fruits, µg/g

Элемент Element	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Vaccinium praestans</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
Марганец / Manganese	104.4	282.5	48.6	278.1	92.0
Железо / Iron	42.0	22.3	20.5	49.3	70.0
Медь / Copper	6.49	4.19	3.71	3.95	3.19
Цинк / Zinc	9.1	12.0	18.3	8.45	15.1
Кобальт / Cobalt	0.035	0.028	0.022	0.043	0.074
Хром / Chromium	3.52	2.57	3.83	2.92	3.76
Мышьяк / Arsenic	0.4	0.32	0.24	0.4	0.25
Кадмий / Cadmium	0.037	0.01	0.066	0.025	0.093
Свинец / Lead	0.066	0.095	0.049	0.28	0.75
Ртуть / Mercury	0.023	0.031	0.015	0.02	0.013

Кроме того, плоды голубики содержат максимальное количество кобальта, который повышает усвоение железа и, будучи стимулятором эритропоэза, необходим для профилактики ЖДА.

Содержание элементов-токсикантов во всех исследуемых образцах ниже допустимых норм: свинца – не более 6.0 мкг/г; кадмия – не более 1.0 мкг/г; ртути – не более 0.1 мкг/г и мышьяка – не более 0.5 мкг/г [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнение содержания свинца, кадмия, ртути и мышьяка в исследуемых образцах плодов с их предельно допустимыми концентрациями для препаратов на растительной основе показало, что собранное сырье экологически безопасно и может быть использовано в лечебных целях. Соотношение эссенциальных микроэлементов различно, что необходимо учитывать в профилактике конкретного микроэлементоза. Обнаружено, что

is optimal in terms of manganese and zinc content, and can be used in combined therapy, as well as for the prevention of diabetes mellitus. As for the prevention of IDA, it is preferable to use the fruits of blueberry.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

комбинация плодов клюквы и черники является оптимальной с точки зрения содержания марганца и цинка и может применяться в комплексной терапии, а также для профилактики сахарного диабета. С точки зрения профилактики ЖДА предпочтительно использовать плоды голубики.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины, макро- и микроэлементы. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 960 с.
2. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение. М.: Медицина, 2001. 316 с.
3. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А. и др. Иммунофармакология микроэлементов. М.: Медицина, 2000. 537 с.
4. Сельчук В.Ю., Чистяков С.С., Толокнов Б.О. и др. Железодефицитная анемия: современное состояние проблемы // Рос. мед. журн. 2012;3(1):1–8.
5. Цветкова О.А. Медико-социальные аспекты железодефицитной анемии // Рос. мед. журн. 2009;17(5):387–390.

REFERENCES

1. Rebrov V.G., Gromova O.A. (2008). *Vitamins, Macro- and Microelements*. Moscow: GEOTAR-Media. 960 p. (In Russ.)
2. Babenko G.A. (2001). *Imbalance of Trace Elements: Pathogenesis, Prevention, Treatment*. Moscow: Medicine. 316 p. (In Russ.)
3. Kudrin A.V., Skalny A.V., Zhavoronkov A.A. et al. (2000). *Immunopharmacology of Trace Elements*. Moscow: Medicine. 537 p. (In Russ.)
4. Selchuk V.Yu., Chistyakov S.S., Toloknov B.O. et al. Iron deficiency anemia: the current state of the problem. *Russian Medical Journal*. 2012;3(1):1–8. (In Russ.)

6. IDF Diabetes Atlas. 2021. 10th ed. International Diabetes Federation. 141 p.
7. Ших Е.В., Петунина Н.А. Роль микронутриентов в терапии и профилактике осложнений сахарного диабета // Рос. мед. журн. 2012;13:646–649.
8. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растение: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. 230 с.
9. Круглов Д.С., Ханина М.А. Влияние условий экстрагирования на элементный состав извлечения из надземной части *Pulmonaria mollissima* // IV Всерос. науч. конф.: тез. докл. Сыктывкар: Ин-т химии Коми НЦ УрО РАН, 2006. 255 с.
10. Лысков Ю.А. Роль и физиологические основы обмена макро- и микроэлементов в питании человека // Эксперимент. и клин. гастроэнтерология. 2009;2:120–131.
11. МУК 4.1.1483–03. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой: метод. указания. М., 2003. 36 с.
12. Kishi Y., Kawabata K. The best way to measure the performance of an ICP-MS // *Semiconductor News*. 2001;2(1):4–5.
13. Государственная фармакопея РФ. XIV изд. М., 2018. Т. 2. URL: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol2> (дата обращения: 02.06.2022).
14. Круглов Д.С. К вопросу о специфической активности суммарного извлечения из медуницы мягчайшей // *Basic Science for Medicine*: сб. тр. 3-й межд. конф. Новосибирск, 2007. 39 с.
15. Казюкова Т.В., Самсыгина Г.А., Калашникова Г.В. и др. Новые возможности ферротерапии железодефицитной анемии // *Клин. фармакология и терапия*. 2000;9(2):88–91.
5. Tsvetkova O.A. Medico-social aspects of iron deficiency anemia. *Russian Medical Journal*. 2009;17(5):387–390. (In Russ.)
6. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. (2021). International Diabetes Federation. 141 p.
7. Shikh E.V., Petunina N.A. The role of micronutrients in the treatment and prevention of complications of diabetes mellitus. *Russian Medical Journal*. 2012;13:646–649. (In Russ.)
8. Bityutsky N.P. (1999). *Trace Elements and Plant: A Textbook*. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University. 230 p. (In Russ.)
9. Kruglov D.S., Khanina M.A. (2006). Influence of extraction conditions on the elemental composition of the extract from the aerial part of *Pulmonaria mollissima*. *IV All Russian Scientific Conf.: Abstracts*. Syktывkar: Institute of Chemistry, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 255 p. (In Russ.)
10. Lysikov Yu.A. The role and physiological basis of the metabolism of macro- and microelements in human nutrition. *Experimental and Clinical Gastroenterology Journal*. 2009;2:120–131. (In Russ.)
11. Guidelines 4.1.1483–03. (2003). Determination of Content of Chemical Elements in Biosubstrates, Preparations and Dietary Supplements by Mass Spectrometry with Inductively Coupled Plasma. Moscow. 36 p. (In Russ.)
12. Kishi Y., Kawabata K. The best way to measure the performance of an ICP-MS. *Semiconductor News*. 2001;2(1):4–5.
13. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed. (2018). Moscow. Vol. 2. URL: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol2> (accessed 06.02.2022).
- Kruglov D.S. (2007). On the question of the specific activity of the crude extract from the softest lungwort. *Basic Science for Medicine. Collection of Papers. International Conf.* Novosibirsk. 39 p. (In Russ.)
- Kazyukova T.V., Samsygina G.A., Kalashnikova G.V. et al. New possibilities of ferrotherapy for iron deficiency anemia. *Klinicheskaya Farmakologiya i Terapiya*. 2000;9(2):88–91. (In Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Круглов Дмитрий Семенович – канд. техн. наук, доцент кафедры фармакогнозии и ботаники ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, Россия. ORCID ID: 0000-0002-6027-5730.

Величко Виктория Владимировна – канд. фармацевт. наук, заведующий кафедрой фармакогнозии и ботаники ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, Россия. ORCID: 0000-0002-9224-9350.

ABOUT THE AUTHORS

Dmitry S. Kruglov – Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Department of Pharmacognosy and Botany, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia. ORCID: 0000-0002-6027-5730.

Viktoriya V. Velichko – Cand. Sci. (Pharm.), Head, Department of Pharmacognosy and Botany, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia. ORCID: 0000-0002-9224-9350.