

УДК 663.95.541.53

ИЗУЧЕНИЕ БИОЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ ЛЕЧЕБНЫХ СБОРОВ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ, И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ БИОЭЛЕМЕНТОЗОВ

© П.К. Турдалиева

Ферганский государственный университет, ул. Мураббийлар, 19, Фергана,
150100, Узбекистан, parizod70@mail.ru

Методом инструментального нейтронно-активационного анализа выявлено содержание 39 макро- и микроэлементов в составе четырех растительных сборов (БАД), приготовленных из лекарственных растений Ферганской долины. В составе сборов обнаружено содержание большого количества эссенциальных биоэлементов, таких как Ca, K, Na, Fe, Cr, Co, Cu, Mg, Mn, Se, Mo и Zn, которые способствуют улучшению функции сердца, почек, печени, желудка и других органов организма человека. В составе всех исследуемых растительных сборов содержание As и тяжелых металлов – Hg, Sb, Cd и Ba не превышает предельно допустимой концентрации. Высокое содержание количества биоэлементов в составе растительных сборов позволяет говорить о перспективности применения сборов для коррекции биоэлементозов: сбора №1 – для повышения иммунитета организма и при анемии, лечебного сбора №2 – при бесплодии, а также при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, сбора №3 – при атеросклерозе, депрессии и анемии и растительного сбора №4 – для лечения больных сахарным диабетом, а также заболеваний сердца.

Ключевые слова: лекарственные растения, лечебные растительные сборы, нейтронно-активационный анализ, биоэлементы, токсические элементы, микроэлементоз.

Для цитирования: Турдалиева П.К. Изучение биоэлементов в составе лечебных сборов, приготовленных из лекарственных растений Ферганской долины, и перспективы применения их для коррекции биоэлементозов // Химия растительного сырья. 2025. №1. С. 208–214. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250112950>.

Введение

В настоящее время при профилактике и лечении заболеваний наряду с синтетическими веществами также используются и лекарственные растения [1]. Поэтому растительная флора продолжает оставаться важным источником лекарственных средств [2], преимуществом растительных препаратов является их малая токсичность и возможность длительного применения без существенных побочных явлений [3].

Как известно, для нормальной жизнедеятельности организму человека необходимы макро- и микроэлементы, дисбаланс которых приводит к различным патологическим процессам – микроэлементозам [4, 5]. Микроэлементоз – это заболевания, которые возникают при дефиците или избытке элементов в организме человека [6].

Растения в своей жизнедеятельности аккумулируют химические элементы из почв и атмосферы и связывают тем самым в единое целое компоненты сообщества, они являются перспективными источниками естественного минерального комплекса, который находится в органически связанной форме и имеет достаточно высокую биодоступность для организма человека [7].

Так, как лекарственные растения в своем составе накапливают жизненно важные биоэлементы, с помощью которых можно компенсировать недостаток биоэлементов в организме человека, т.е. применить как источники лечения биоэлементозов.

В Узбекистане разнообразны географические и климатические условия и поэтому он является богатейшим регионом сосредоточения лекарственных растений [8]. Особенно интересно отметить в этом плане изучение и использование неопценного научного наследия Абу Али ибн Сино, изложенные в его гениальном труде «Канон врачебной науки» [9]. Анализ лекарственных растений, описанных Абу Али ибн Сино,

показывает, что назначение им тех или иных видов при определенных заболеваниях тысячу лет назад вполне соответствует результатам фармакологических исследований, проведенных на современном научном уровне [10]. Известно, что Ибн Сина был большим знатоком науки о лекарствах и очень широко использовал растительные лекарственные вещества [11].

Во всем мире, а также в Узбекистане произрастает большое количество лекарственных растений, на основе которых создают разнообразные биологически активные добавки к пище [12, 13].

Последнее десятилетие был изучен макро- и микроэлементный состав многих лекарственных растений, произрастающих на территории Ферганской долины [14], но элементный состав лечебных сборов, приготовленных на основе лекарственных растений, недостаточно изучен.

Цель настоящей работы заключалась в изучении биоэлементного состава растительных сборов, приготовленных из лекарственных растений Ферганской долины и применяемых при профилактике и лечении различных заболеваний.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Определить количественный состав полезных биоэлементов в составе растительных сборов из растений.
2. Изучить содержание тяжелых металлов и мышьяка в составе растительных сборов для определения безопасности применения их в медицине.

Экспериментальная часть

Материалом исследования служили растительные сборы – биологически активные добавки к пище (БАД) на основе органов лекарственных растений, выращиваемых на территории Ферганской долины. Перечень лекарственных растений, входящих в состав растительных сборов (БАД), представлен в таблице 1, а также приведены фармакологические свойства сборов, влияющие на органы, и их применение при различных патологических изменениях в организме человека.

Определение биоэлементов и токсичных металлов в составе растительных сборов проводили методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в аналитической лаборатории научно-исследовательского института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан [15]. Так как инструментальный нейтронно-активационный анализ позволяет определить в одном образце более 20 элементов, для их установления прибегали к многократному облучению и достаточно длительному времени измерения. Для определения содержания элементов по нуклидам с различными периодами полураспада применяли различные временные режимы анализа (время облучения, остывания, измерения). При этом образцы вместе с эталонами упаковывали в полиэтиленовый контейнер и облучали в вертикальном канале реактора потоком нейтронов, затем определяли короткоживущие, среднеживущие и долгоживущие радионуклиды. Полученные данные были обработаны статистически и математически с помощью компьютерных методов обработки данных: пакет Microsoft Excel и метод множественной регрессии.

Результаты и обсуждение

В составе четырех видов растительных сборов (БАД) было определено содержание 39 макро- и микроэлементов. Количество биоэлементов в мкг/г приведены в таблице 2.

Во всех исследуемых образцах обнаружено высокое содержание жизненно важных биоэлементов, таких как кальций, калий, натрий, железо, хром, кобальт, медь, магний, марганец, селен, молибден и цинк (табл. 2.)

Из таблицы 2 следует, что содержание кальция гораздо больше (26600 мкг/г) наблюдается в составе сбора №1, чем в других исследуемых сборах. А также более, чем в других исследуемых образцах, высокое содержание кобальта (0.86 мкг/г), железа (2650 мкг/г), марганца (85 мкг/г) отмечается в составе сбора №1. Лекарственный сбор №2 содержит самое большое количество магния (4870 мкг/г), натрия (2940 мкг/г), селена (0.25 мкг/г) и цинка (44 мкг/г), чем в других исследуемых образцах. Медь (17 мкг/г) и молибден (3.3 мкг/г) содержится в существенно большем количестве в составе лекарственного сбора №3, чем в других. БАД под номером №4 богат большим количеством калия (21000 мкг/г) и хромом (5.7 мкг/г), чем другие исследуемые образцы биологически активных добавок к пище.

Таблица 1. Состав лекарственных растительных сборов и фармакологическое использование в медицине

№ БАД	Лекарственное растительное сырье, входящее в состав БАД	Фармакологическое действие и применение БАД
№1	Одуванчик лекарственный (листья) (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg. s.l.) Якорцы стелющиеся (листья) (<i>Tribulus terrestris</i> L.) Пустырник обыкновенный (листья) (<i>Leonurus cardiaca</i> L.) Хвощ эфедровый (трава) (<i>Equisetum arvense</i> L.) Валериана лекарственная (трава) (<i>Valeriana</i> L.) Мелисса лекарственная (листья) (<i>Melissa officinalis</i> L.)	Предназначен для стимуляции секреции поджелудочной железы и оптимизации углеводного обмена организма, используется как дополнительный источник горечи и витаминов
№2	Ромашка аптечная (цветки) (<i>Matricaria recutita</i> L.) Пустырник (листья) (<i>Leonurus cardiaca</i> L.) Шиповник (плоды) (<i>Rosa canina</i> L.) Боярышник (плоды) (<i>Crataegus</i> L.) Базилик (листья) (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Девясил высокий (корень) (<i>Inula helenium</i> L.) Мелисса лекарственная (листья) (<i>Melissa officinalis</i> L.) Мята азиатская (листья) (<i>Mentha asiatica</i> Boriss.) Зверобой продырявленный (листья) (<i>Hypericum perforatum</i> L.) Шиповник (цветки) (<i>Rosa canina</i> L.)	Для профилактики и лечения атеросклероза, болезней сердца, печени, желудка, почек. Повышает зрение, укрепляет, омолаживает организм. Повышает иммунитет
№3	Люцерна белая (листья) (<i>Medicago</i> L.) Зверобой продырявленный (листья) (<i>Hypericum perforatum</i> L.) Мать-и-мачеха (листья) (<i>Tussilago farfara</i> L.) Мята перечная (листья) (<i>Mentha piperita</i> L.) Подорожник большой (листья) (<i>Plantago major</i> L.) Календула (трава) (<i>Calendula</i> L.) Тысячелистник обыкновенный (листья) (<i>Achillea millefolium</i> L.)	Противовоспалительное, желчегонное, мочегонное. При длительном приеме способствует растворению конкрементов при наличии камней в почках, мочевом и желчном пузырях. Полезно для профилактики заболеваний печени и почек
№4	Ромашка аптечная (цветки) (<i>Matricaria recutita</i> L.) Календула (трава) (<i>Calendula</i> L.) Зверобой продырявленный (листья) (<i>Hypericum perforatum</i> L.) Тысячелистник (листья) (<i>Achillea millefolium</i> L.) Подорожник большой (листья) (<i>Plantago major</i> L.) Шалфей мутовчатый (листья) (<i>Salvia verticillata</i> L.) Крапива двудомная (листья) (<i>Urtica dioica</i> L.) Девясил высокий (корень) (<i>Inula helenium</i> L.) Душица обыкновенная (листья) (<i>Origanum vulgare</i> L.)	Средство при различных простудах и улучшает функции желудка и кишечника. Лечение бронхита и заболеваний верхних дыхательных путей

Количественное содержание тяжелых металлов и мышьяка в составе исследуемых растительных сборов приведены в таблице 3.

Из таблицы 3 следует, что в составе всех исследуемых растительных сборов содержание As и тяжелых металлов – Hg, Sb, Cd и Ba не превышает предельно допустимой концентрации и находится на уровне типичного диапазона содержания радионуклидов в растительности Узбекистана, что соответствует гигиеническим требованиям безопасности по СанПиН [17].

Итак, содержание большого количества эссенциальных микроэлементов в составе всех исследуемых лекарственных сборов доказывает не только указанные фармакологические свойства (табл. 2), но и другие целебные стороны растительных сборов.

В таблице 4 указаны некоторые патологические изменения (заболевания), возникающие при дефиците или избытка элементов в организме человека [18].

С учетом того, что дефицит в организме того или иного биоэлемента приводит к различным заболеваниям (табл. 4), можно рассуждать о следующем: содержание большого количества кобальта, железа и марганца в исследуемом сборе №1 указывает на то, что растительный сбор №1, кроме указанных фармакологических показаний сбора (табл. 1), также на возможность использования (БАД №1) для повышения иммунитета организма и при анемии. А содержание большого количества магния, натрия, селена и цинка указывает на то, что БАД №2 обладает антиоксидантными свойствами и перспективно сбор применять при бесплодии, а также при профилактике и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Большое содержание меди и молибдена в составе лекарственного сбора №3 указывает на то, что его перспективно применять при атеросклерозе, при депрессии и анемии. Растительный сбор №4 содержит большое количество калия и хрома, которого можно предложить применять для лечения больных сахарным диабетом и заболеваний сердца.

Таблица 2. Содержание макро- и микроэлементов в составе растительных сборов

Биоэлементы	Количество макро- и микроэлементов в составе лечебных растительных сборов (в мкг/г)			
	БАД №1	БАД №2	БАД №3	БАД №4
Ag	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Au	0.0029	0.0024	0.0017	0.0015
Br	14	6.3	5.5	7.4
Ca	26600	13000	14400	8810
Ce	13	1.3	0.63	0.5
Cl	2210	4760	4040	4200
Co	0.86	0.35	0.21	0.17
Cr	2.3	2.0	1.1	5.7
Cs	0.33	0.19	0.17	0.072
Cu	7.7	5.3	17	2.0
Eu	<0.001	0.025	0.012	0.0086
Fe	2650	770	430	210
Hf	0.35	0.090	0.064	0.036
K	19400	19300	19400	21000
La	8.8	0.85	0.42	0.24
Lu	0.022	0.0068	0.0037	0.0022
Mg	3960	4870	4200	2700
Mn	85	52	37	31
Mo	1.3	1.0	3.3	1.1
Na	350	2940	1860	1230
Nd	4.4	0.54	<0.5	<0.5
Ni	<1.0	8.7	6.7	15
Rb	25	13	16	12
Sc	1.0	0.27	0.12	0.063
Se	0.048	0.25	0.18	0.086
Sm	0.6	0.086	0.042	0.031
Sr	190	305	270	160
Ta	0.077	0.014	0.02	0.0076
Tb	0.06	0.015	0.0059	<0.001
Th	2.6	0.37	0.13	0.17
U	0.41	0.30	0.19	0.092
Yb	0.21	0.064	0.027	0.017
Zn	25	44	40	26

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов и As в составе лекарственных растительных сборов, мкг/г

Токсические элементы	Количество тяжелых металлов и мышьяка в составе лекарственных растительных сборов, мкг/г				Предельно допустимые концентрации, мкг/г
	БАД №1	БАД №2	БАД №3	БАД №4	
As	1.2	0.32	<0.01	<0.01	5.0 [16]
Hg	<0.001	0.003	0.011	<0.001	0.03
Sb	0.47	0.31	0.48	0.43	–
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.0
Ba	160	51	28	20	–

Таблица 4. Хронические заболевания вследствие дефицита и избытка макро- и микроэлементов в организме человека

Заболевания (биоэлементоз)	Дефицит биоэлемента	Избыток элемента
Сердечно-сосудистые заболевания	K, Mg, Se, Cr, Cu, Mn, Si	Pb, Cd, Al, Na
Атеросклероз	Mg, Ca, V, Si, Cu, Cr, Zn	
Сахарный диабет	Cr, Mn, Zn, Mg, Se	K, Na
Анемия	Fe, Cu, Zn, Co, Mn	Pb, Al
Хронические болезни легких и бронхов	Mg, Zn, Se, Si, Mn, Ca	As, Cd, Al
Гипертония	K, Mg, Mn, Cu, Na, Pb	Na, Pb
Снижение иммунитета	Zn, Se, Mg, Co, Fe, Cu, Mn	Pb, Cd, Sn, As, Hg
Ослабление зрения	Zn, Cu, Mg, Ca, Mn, Se, Cr, Fe, Si	Hg
Бесплодие и снижение потенции	Zn	
Рак	Ca, Cu, Ge, I, Mg, Se, Zn	
Депрессии	Mg, Mn, K, Li, Co, Zn	Cu, Al

Выводы

1. В составе четырех растительных сборов, приготовленных из лекарственных растений Ферганской долины, выявлено содержание 39 макро- и микроэлементов.
2. В составе растительных сборов обнаружено содержание большого количества эссенциальных биоэлементов, таких как Ca, K, Na, Fe, Cr, Co, Cu, Mg, Mn, Se, Mo и Zn, которые способствуют улучшению функции сердца, почек, печени, желудка и других органов организма человека.
3. Количество токсичных элементов, таких как Cd, Sb, Ba, Hg и As в составе растительных сборов не превышает допустимой концентрации, что свидетельствует об экологической чистоте и безопасности сырья.
4. Высокое содержание количества эссенциальных биоэлементов в составе растительных сборов позволяет говорить о перспективности применения их для коррекции различных биоэлементозов: сбора №1 – для повышения иммунитета организма и при анемии, растительного сбора №2 – при бесплодии, а также при профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний, сбора №3 – при атеросклерозе, депрессии и растительного сбора №4 – для лечения больных сахарным диабетом, а также заболеваний сердца.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Ферганского государственного университета. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Автор данной работы заявляет, что у нее нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Игамбердиева П.К. Перспективы использования в медицинской практике растений Ферганской долины // Журнал в мире научных открытий. 2010. №4 (10). С. 92–95.
2. Кароматов И.Д. Простые лекарственные средства. Бухара, 2012. 888 с.
3. Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н., Яценко-Хмелевский А.А. Лекарственные растения. М., 1990. 544 с.
4. Кукушкин Ю.Н. Химические элементы в организме человека // Соросовский образовательный журнал. 1998. №5. С. 54–58.
5. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М., 2004. С. 216.
6. Barrington J.W., Lindsay P., James D. et al. Selenium deficiency and miscarriage: a possible link // Br. J. Obstet. Gynaecol. 1996. Vol. 103. Pp. 130–132.
7. Ловкова М.Я., Бузук Г.Н., Соколова С.М., Деревяго Л.Н. О возможности использования лекарственных растений для лечения и профилактики микроэлементозов и патологических состояний // Микроэлементы в медицине. 2005. №6 (4). С. 3–10.
8. Халматов Х.Х., Харламов И.А., Мавлянкулова З.И. Лекарственные растения Центральной Азии. Ташкент, 1998. С. 2–6.
9. Юнусходжаев А.Н., Комилов Х.М. Роль научного наследия Ибн Сино в развитии современной фармацевтической науки // Интеграция фармацевтической науки и производства. Ташкент, 2014. С. 3.
10. Игамбердиева П.К., Карабаев М.К. Современные химические подходы методам лечения Ибн Сина с применением лекарственных растений // Учение Ибн Сино и актуальные проблемы современной медицины. Бухара, 2015. С. 107.
11. Каримов У.И., Хуршуд Э.У. Канон врачебной науки: избранные разделы: в 3 ч. М.; Ташкент, 1994.
12. Турдалиева П.К. Создание растительного лечебного сбора, применяемого для профилактики и лечения заболеваний сердца // Universum: Химия и биология: электронный научный журнал. 2021. №12(90). <https://doi.org/10.32743/UniChem.2021.90.12.12692>.
13. Игамбердиева П.К., Мамажонов Б.С., Саидахмадова Н.Г. Создание сбора из лекарственных растений, обогащенного микроэлементами, для применения при лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы // Журнал международного Евразийского союза ученых. 2015. С. 132–134.
14. Первышина Г.Г., Ефремов А.А., Гоголева О.В., Гордиенко Г.П. Использование растительного сырья Красноярского края для получения сборов обогащенных микроэлементами // Вестник КрасГУ. 2005. С. 65–69.
15. Кист А.А., Данилова Е.А., Осинская Н.С. Достижения лаборатории активационного анализа института ядерной физики академии наук Республики Узбекистан // Микроэлементы в медицине. 2016. Т. 1. №1. С. 45–50.
16. Листов С.А., Непесов Г.А., Сахатов Э.С. Содержание тяжелых металлов в настоях и отварах из лекарственного растительного сырья // Фармация. 1992. №4. С. 37–41.

17. СанПиН 0283-10. Гигиенические требования к безопасности пищевой продукции. Ташкент, 2010.
18. Авцын А.П. и др. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М., 1991. С. 496.

Поступила в редакцию 8 мая 2023 г.

После переработки 1 июня 2023 г.

Принята к публикации 24 октября 2024 г.

Turdaliev P.K. STUDY OF BIOELEMENTS IN THE COMPOSITION OF MEDICINAL PREPARATIONS PREPARED FROM MEDICINAL PLANTS OF THE FERGHANA VALLEY AND PROSPECTS FOR THEIR USE FOR THE CORRECTION OF BIOELEMENTOSIS

Fergana State University, Murabbiylar st., 19, Fergana, 150100, Uzbekistan, parizod70@mail.ru

Instrumental neutron activation analysis revealed the content of 39 macro-and microelements in the composition of 4 medicinal preparations, prepared from medicinal plants of the Ferghana Valley. The composition of the collections contains a large number of essential bioelements such as Ca, K, Na, Fe, Cr, Co, Cu, Mg, Mn, Se, Mo and Zn, which contribute to improving the function of the heart, kidneys, liver, stomach and other organs of the human body. The content of As and heavy metals such as Hg, Sb, Cd and Ba in all the studied plant collections not exceed the maximum permissible concentration. The high content of the amount of bioelements in the composition of medical fees suggests that the use of fees for the correction of bioelementosis is promising. *bioelementozov: collection №1 – to increase the body's immunity and anemia, medical collection №2 – for infertility, as well as for the prevention and treatment of cardiovascular diseases, drug collection №3 – for atherosclerosis, depression and anemia and plant collection №4 – for the treatment of patients with diabetes mellitus, as well as heart diseases.*

Keywords: medicinal plants, medicinal plant collections, neutron activation analysis, bioelements, toxic elements, microelementosis.

For citing: Turdaliev P.K. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 1, pp. 208–214. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250112950>.

References

1. Igamberdiyeva P.K. *Zhurnal v mire nauchnykh otkrytiy*, 2010, no. 4 (10), pp. 92–95. (in Russ.).
2. Karomatov I.D. *Prostyie lekarstvennyye sredstva*. [Simple medicines]. Bukhara, 2012, 888 p. (in Russ.).
3. Gammerman A.F., Kadayev G.N., Yatsenko-Khmelevskiy A.A. *Lekarstvennyye rasteniya*. [Medicinal plants]. Moscow, 1990, 544 p. (in Russ.).
4. Kukushkin Yu.N. *Sorovskiy obrazovatel'nyy zhurnal*, 1998, no. 5, pp. 54–58. (in Russ.).
5. Skal'nyy A.V. *Khimicheskiye elementy v fiziologii i ekologii cheloveka*. [Chemical elements in human physiology and ecology]. Moscow, 2004, p. 216. (in Russ.).
6. Barrington J.W., Linsay P., James D. et al. *Br. J. Obstet. Gynaecol.*, 1996, vol. 103, pp. 130–132.
7. Lovkova M.Ya., Buzuk G.N., Sokolova S.M., Derevyago L.N. *Mikroelementy v meditsine*, 2005, no. 6 (4), pp. 3–10. (in Russ.).
8. Khalmatov Kh.Kh., Kharlamov I.A., Mavlyankulova Z.I. *Lekarstvennyye tsentral'nyye rasteniya Azii*. [Medicinal plants of Central Asia]. Tashkent, 1998, pp. 2–6. (in Russ.).
9. Yunuskhodzhaev A.N., Komilov Kh.M. *Integratsiya farmatsevticheskoy nauki i proizvodstva*. [Integration of pharmaceutical science and production]. Tashkent, 2014, p. 3. (in Russ.).
10. Igamberdiyeva P.K., Karabayev M.K. *Ucheniye Ibn Sino i aktual'nyye problemy sovremennoy meditsiny*. [The teachings of Ibn Sina and current problems of modern medicine]. Bukhara, 2015, p. 107. (in Russ.).
11. Karimov U.I., Khurshut E.U. *Kanon vrachebnoy nauki: izbrannyye razdely. V 3 ch.* [Canon of medical science: selected sections. In 3 parts]. Moscow; Tashkent, 1994. (in Russ.).
12. Turdaliev P.K. *Universum: Khimiya i biologiya: elektronnyy nauchnyy zhurnal*, 2021, no. 12(90). <https://doi.org/10.32743/UniChem.2021.90.12.12692>. (in Russ.).
13. Igamberdiyeva P.K., Mamazhonov B.S., Saidakhmadova N.G. *Zhurnal mezhdunarodnogo Yevraziyskogo soyuza uchonykh*, 2015, pp. 132–134. (in Russ.).

14. Pervyshina G.G., Yefremov A.A., Gogoleva O.V., Gordiyenko G.P. *Vestnik KrasGU*, 2005, pp. 65–69. (in Russ.).
15. Kist A.A., Danilova Ye.A., Osinskaya N.S. *Mikroelementy v meditsine*, 2016, vol. 1, no. 1, pp. 45–50. (in Russ.).
16. Listov S.A., Nepesov G.A., Sakhatov E.S. *Farmatsiya*, 1992, no. 4, pp. 37–41. (in Russ.).
17. *SanPiN 0283-10. Gigiyenicheskiye trebovaniya k bezopasnosti pishchevoy produkcii*. [SanPiN 0283-10. Hygienic requirements for food safety]. Tashkent, 2010. (in Russ.).
18. Avtsyn A.P. i dr. *Mikroelementy cheloveka: etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya*. [Human microelementoses: etiology, classification, organopathology]. Moscow, 1991, p. 496. (in Russ.).

Received May 8, 2023

Revised June 1, 2023

Accepted October 24, 2024

Сведения об авторе

Турдалиева Паризод Кадировна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии, parizod70@mail.ru

Information about author

Turdalieva Parizod Kadirovna – candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Chemistry, parizod70@mail.ru