Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 4, Issue 6, 2025 Traditional Medicine

«ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ДОБАВКИ "AS-ZIYOD"

Обиджон Шахабидинович Абдуллоев
Андижанский государственный университет, Заведующий кафедрой «Природные соединения и химия пищевых продуктов», доктор химических наук, доцент, член Академии медицины Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Зиёдуллох Набижон угли Раззаков
Андижанский государственный университет, Аспирант кафедры химии
https://orcid.org/0009-0003-8318-3585
E-mail: ziadrazzakov@gmail.com

Тохир Хасанбаевич Абдуллаев
Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана, ведущий научный сотрудник лаборатории органического синтеза, доктор химических наук, доцент
https://orcid.org/0000-0003-2630-8540

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss5.2025.565

Ключевые слова:
AS-ZIYOD, iCAP PRO, ICP-OES, Макроэлемент, микроэлемент, Кобальт, Ванадий

Аннотация

В данной статье рассматривается значение лекарственных растений для здоровья человека, а также анализируется состав макро- и микроэлементов новой пищевой добавки «AS-ZIYOD», полученной на основе природных целебных растений. Приведены результаты анализа с использованием индуктивно-связанной плазменной оптической эмиссионной спектрометрии iCAP PRO X Duo ICP-OES.

Как цитировать

Абдуллоев, О. Ш., Раззаков, З. Н., & Абдуллаев Т.Х. ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ДОБАВКИ "AS-ZIYOD". Журнал химии товаров и народной медицины, 4(6). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss5.2025.565

Введение. Пищевые добавки являются концентрированными источниками биоактивных соединений (таких как минералы, аминокислоты, витамины, травы или другие растительные вещества и другие диетические компоненты), которые дополняют нормальное питание за счет увеличения общего потребления этих веществ [1]. Они в основном получают из лекарственных растений, фруктов и овощей, злаков и других природных сырьевых материалов. Основное значение таких добавок заключается в том, что они восполняют недостающие полезные вещества в повседневном рационе, укрепляют иммунитет, нормализуют обмен веществ и улучшают общее состояние здоровья человека.

Химические элементы являются важнейшими катализаторами различных биохимических реакций, играющими незаменимую роль в росте и развитии организма, метаболизме, процессах адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды. Известно, что химические элементы в составе человеческого организма имеют как синергические, так и антагонистические взаимоотношения. Среди 15 известных жизненно важных элементов существует 105 двусторонних и 455 трехсторонних взаимодействий. Все макро- и микроэлементы оказывают значительное влияние на организмы на разных стадиях их жизненного цикла. Они влияют на рост и развитие, размножение, дыхание, гемопоэз, иммуногенез и, другими словами, на деятельность всех

морфофизиологических систем организма. Эти взаимодействия происходят в процессе пищеварения, а также в ходе метаболизма тканей и клеток и даже в самом продукте питания. Взаимодействия между элементами происходят в зависимости от того, является ли их воздействие синергистическим (совместное действие) или антагонистическим (противодействие) [2].

Элементы, которые присутствуют в малых количествах в организмах людей, животных и растений и необходимы для их нормального функционирования, называются микроэлементами. Большинство микроэлементов — это металлы (медь, цинк, кобальт, молибден и другие), некоторые — галогены (йод, фтор и другие). Микроэлементы были обнаружены в живых организмах в начале 19 века, однако их физиологическое значение оставалось неизвестным на протяжении длительного времени. В настоящее время установлено, что для нормального функционирования организма требуется более 30 микроэлементов [3].

Кобальт. Комплексные соединения кобальта обладают антимикробным и противогрибковым (противогрибковым) а также противовоспалительным действием. Известно, что в верхних и нижних дыхательных путях *Staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк) вызывает гнойное воспаление. Российскими учеными было проведено исследование воздействия этих соединений на воспаление, индуцированное стафилококком у белых мышей в условиях in vivo. Комплексные соединения, содержащие кобальт, такие как PMnCo, PAdCo, PAmCo (0,5% водные растворы) и биокомплекс PFdCo (0,25% раствор), продемонстрировали эффективное противовоспалительное действие. Через 1 час после введения препаратов подавление воспаления составило 33%, 30%, 35% и 37%; через 2 часа - 40%, 38%, 42% и 45%; через 3 часа - соответственно 66%, 62%, 68% и 70% [4].

Ванадий. Ванадий может имитировать и усиливать воздействие различных факторов роста, таких как инсулин и эпидермальный фактор роста. Он также может оказывать влияние на процессы, регулируемые cAMP [5], и используется некоторыми бактериями. Для азотного обмена необходимы динитрогеназы, которые обычно используют молибден, но в его отсутствие ванадий (или железо) может занять его место [6]. Ванадий также необходим для множества пероксидаз, включая бромпероксидазы, халопероксидазы и хлоропероксидазы, которые присутствуют в различных таксономических группах [7].

Все макро- и микроэлементы оказывают значительное влияние на организм на разных этапах его жизненного цикла. Они влияют на рост и развитие, размножение, дыхание, гемопоэз, иммуногенез, и, другими словами, на функционирование всех морфофизиологических систем организма. Эти взаимодействия происходят в процессе пищеварения, а также в ходе метаболизма тканей и клеток, а также в самом продукте питания. Взаимодействия между элементами происходят в зависимости от их синергизма (совместного действия) или антагонизма (противодействия) [2]. Ниже представлена таблица с некоторыми важными химическими элементами и их синергетическими и антагонистическими эффектами.

Таблица 1. Взаимодействие элементов в организме

Избыточный элемент	Недостающий элемент
Ртуть (Hg)	Селен (Se)
Мышьяк (As)	Селен (Se)
Кадмий (Cd)	Селен (Se), Цинк (Zn)
Кальций (Ca)	Цинк (Zn), Свинец (Pb)
Железо (Fe)	Медь (Cu), Цинк (Zn)
Марганец (Mn)	Магний (Mg), Медь (Cu)
Молибден (Mo)	Медь (Cu)

Цинк (Zn)	Медь (Cu), Железо (Fe)
Свинец (Pb)	Кальций (Ca), Цинк (Zn)
Медь (Cu)	Цинк (Zn), Молибден (Mo)

Химические элементы распределяются в организме человека в различных органах и тканях в разных количествах, где они накапливаются. Макро- и микроэлементы неравномерно распределены между различными органами и тканями. Наибольшая концентрация химических элементов встречается в костной ткани, коже и её придатках, печени и мышцах [8].

Состояние клеточных мембран и активность процессов липидной пероксидации тесно связано с микроэлементным состоянием организма, поскольку важнейшие микроэлементы (селен и цинк) являются структурными компонентами активных центров основных ферментов антиоксидантной системы [9].

Макроэлементы — это химические элементы, которые встречаются в большом количестве в составе организма и необходимы для жизненно важных процессов. Они играют важную роль в структуре клеток, обмене веществ, функционировании нервной и мышечной систем, поддержании водно-электролитного баланса, а также в синтезе ферментов и гормонов. Суточная потребность в макроэлементах обычно измеряется в граммах или сотнях миллиграммов.

Основные макроэлементы организма включают: кислород (O), углерод (C), водород (H), азот (N), кальций (Ca), фосфор (P), калий (K), натрий (Na), серу (S), хлор (Cl) и магний (Mg). Кислород, углерод, водород и азот входят в состав всех органических веществ организма, образуя основу белков, жиров и углеводов. Кальций и фосфор в основном обеспечивают прочность костей и зубов, а также играют важную роль в обмене энергии и в составе генетического материала (ДНК, РНК). Калий и натрий участвуют в регуляции водно-солевого обмена, проводимости нервных импульсов и сокращении мышц. Сера входит в состав некоторых аминокислот, определяя структуру и функциональные характеристики белков. Хлор является важным компонентом желудочного сока и играет значительную роль в пищеварении. Магний регулирует деятельность многих ферментов, необходим для расслабления мышц и производства энергии.

Микроэлементы — это химические элементы, встречающиеся в организме в малых количествах (миллиграммы или микро-минимальные дозы), но играющие значительную роль в жизненно важных процессах. Они входят в состав ферментов, гормонов, витаминов и других биологически активных веществ, поддерживая нормальное развитие организма, иммунитет, кроветворение, прочность костей и обмен веществ. Недостаток или избыток микроэлементов может вызвать различные заболевания.

К микроэлементам относятся: железо (Fe), цинк (Zn), фтор (F), стронций (Sr), молибден (Mo), медь (Cu), бром (Br), кремний (Si), цезий (Cs), йод (I), марганец (Mn), алюминий (Al), свинец (Pb), кадмий (Cd), бор (B) и рубидий (Rb).

Ультрамикроэлементы — это химические элементы, встречающиеся в организме человека и животных в очень малых количествах (обычно в микро- или нанограммах). Некоторые из них играют важную физиологическую роль в биологических процессах, в то время как другие являются в основном токсичными (вредными). Ультрамикроэлементы могут входить в состав ферментов, гормонов и витаминов или участвовать в катализируемых процессах. Однако их избыточное накопление может быть опасным для организма.

К ультрамикроэлементам относятся: Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh.

Подготовка рабочего раствора. Для получения рабочего раствора было взято 1 г образца, предварительно высушенного и измельченного, с точностью взвешивания до 0,001 г на весах (Navigator™, OHAUS®). Образец был прокален в муфельной печи (Nabertherm, Германия) методом сжигания сухим способом при температуре до 500 °C. Процесс прокаливания происходил

следующим образом: сначала нагрев до 95 °C в течение 30 минут, затем до 120 °C за 60 минут, до 300 °C за 120 минут и до 550 °C за 60 минут, после чего образец держался при температуре 550 °C в течение 5 часов. Полученная зола была обработана 6 мл 70 % HNO3 (Sigma Aldrich, США) и 2 мл 60 % H2O2 и нагревалась на плитке в вытяжном шкафу до полного исчезновения дымов. После охлаждения раствор был перенесен в полипропиленовую мерную колбу объемом 100 мл и доведен до метки ультраочищенной водой. Полученный рабочий раствор фильтровался с помощью шприцевого фильтра (0,45 мкм) и использовался для анализа.

Приготовление стандартных растворов. Для приготовления стандартных растворов использовались следующие растворы: стандартный раствор 68 элементов с концентрацией 10 мг/л в 2 % HNO3 (Highpuritystandards, США), стандартный раствор ртути в 2 мол/л HNO3 с концентрацией 1000 мг/л (Sigma Aldrich, Германия), стандартный раствор 25 элементов с концентрацией 10 мг/л в 2 % HNO3 (Aristar, США) и 70 % HNO3 (Sigma Aldrich, США). Рабочий стандартный раствор был приготовлен в 2 % HNO3 с использованием этих растворов, а затем с помощью разведения были приготовлены еще 3 рабочих стандартных раствора. В качестве пустого образца использовался раствор 2 % HNO3. С использованием этих стандартных растворов был построен калибровочный график для 69 элементов. Все калибровочные графики имели значение R2 более 0,995, после чего был продолжен анализ.

Анализ был выполнен на спектрометре iCAP PRO X Duo ICP-OES (Thermo Fisher Scientific, США), с использованием метода QTegra ISDS для обработки и анализа результатов. Параметры анализа приведены в таблице 1.

Таблица 2. Параметры метода анализа

Параметры	**Настройки**	
Насосная трубка	Для образца: Tygon® желтый/белый	Для слива: Tygon® белый/белый
Скорость насоса	45 об./мин	
Камера распылителя	Стеклянный циклон	
Небуляйзер	Стеклянный концентрический	
Поток газа через небуляйзер	0,6 Л·мин$^{-1}$	
Поток охладительного газа	12,5 Л·мин$^{-1}$	
Поток вспомогательного газа	0,5 Л·мин$^{-1}$	
Центральная трубка	2 мм	
Мощность RF	1150 Вт	
Повторяемость	5 раз	
Время анализа	Аксиальный:	Радиальный:
	15 сек	15 сек

Полученные результаты. Результаты анализа приведены в следующей таблице 3.

Аналит	**Длина волны эмиссии, нм (метод детекции)**	**Содержание в 100 г образца, мкг**	**Аналит**	**Длина волны эмиссии, нм (метод детекции)**	**Содержание в 100 г образца, мкг**
N			**Na**	589.592	<LOD

Ca	393.366	<LOD	**S**		
P			**Cl**		
K	766.490	<LOD	**Mg**	279.553 (радиальный)	<LOD

Таблица 4. Результаты определения химических элементов в составе образца методом ИСП-ОЭС, мг/100 г.

Аналит	*Длина волны эмиссии, нм (метод детекции)*	*Содержание в 100 г образца, мкг*	*Аналит*	*Длина волны эмиссии, нм (метод детекции)*	*Содержание в 100 г образца, мкг*
Hg	184.950	0.003±0.001	**Er**	323.058	0.025±0.004
P	185.942	<LOD	**Cu**	324.754	<LOD
As	189.042	0.044±0.015	**In**	325.609	<LOD
Sn	189.989	<LOD	**Yb**	328.937	<LOD
Tl	190.856	<LOD	**La**	333.749	<LOD
Se	196.090	<LOD	**Ti**	334.941	0.038±0.008
Mo	202.030	0.007±0.001	**Gd**	335.047	0.118±0.027
Pt	203.646	<LOD	**Ag**	338.289	<LOD
Sb	206.833	<LOD	**Hf**	339.980	0.063±0.006
Zn	213.856	<LOD	**Pd**	340.458	0.02±0.012
Rb	214.383	<LOD	**Tm**	342.508	<LOD
Pb	220.353	<LOD	**Rh**	343.489	<LOD
Ni	221.647	0.23±0.005	**Zr**	343.823	0.013±0
Bi	223.061	<LOD	**Ho**	345.600	<LOD
Ir	224.268	<LOD	**Tb**	350.917	0.001±0.002
Os	225.585	<LOD	**Sc**	361.384	0.021±0
Re	227.525	<LOD	**Sm**	363.429	<LOD
Cd	228.802	0.011±0.001	**U**	367.007	0.824±0.027
Te	238.578	<LOD	**Y**	371.030	0.003±0.002
Co	238.892	5.749±0.76	**Nd**	378.425	0.031±0.004
W	239.709	0.069±0.009	**Eu**	381.967	<LOD
Ru	240.272	<LOD	**Pr**	390.844	<LOD
Au	242.795	<LOD	**Ca**		
B	249.773	<LOD	**Al**	396.152	<LOD
Si	251.611	<LOD	**Dy**	400.045	0.003±0.002
Mn	257.610	<LOD	**Sr**	407.771	<LOD
Fe	259.940	<LOD	**Ce**	413.765	<LOD
Lu	261.542	0.006±0	**Ba**	455.403	<LOD
Ge	265.118	<LOD	**Na**		
Pt	265.945	0.089±0.018	**Li**	670.776	0.02±0.002
Ta	268.517	0.904±0.161	**K**		
Mg			**Cs**	852.113	<LOD
Th	283.231	<LOD	**V**	309.311	3.627±0.13
Cr	283.563	<LOD	**Nb**	309.418	0.068±0.012
Ga	294.364	<LOD	**Be**	313.042	<LOD

Примечание: <LOD – результат ниже предела обнаружения.

Таблица 5. Содержание токсичных элементов в составе образца (мг/кг).

Название элемента	**Содержание в 1 кг образца**	**Максимально допустимое количество по гигиеническим нормативам**
Pb	-	1,0
As	$0{,}1*10^{-3}$	1,0
Cd	$0{,}4*10^{-3}$	0,2
Hg	$0{,}3*10^{-3}$	0,3

Как видно из таблицы 5, содержание токсичных элементов в составе пищевой добавки «AS-ZIYOD» оказалось значительно ниже нормы, установленной «Гигиеническими нормативами безопасности пищевой продукции», утверждёнными приказом Главного государственного санитарного врача Министерства здравоохранения Республики Узбекистан от 25.05.2019 г. № 0366-19 [10].

Вывод. Анализ содержания макро- и микроэлементов в экстрактах лекарственных растений с использованием индукционно связанного плазменного оптического эмиссионного спектрометра iCAP PRO X Duo ICP-OES показал, что концентрация тяжёлых и токсичных элементов в экстрактах значительно ниже пределов, установленных гигиеническими нормативами безопасности пищевой продукции Министерства здравоохранения Республики Узбекистан. При этом установлено, что экстракты богаты кобальтом — элементом, являющимся структурной частью витамина B_{12} (кобаламина), который играет ключевую роль в образовании эритроцитов, синтезе ДНК и нормальном функционировании нервной системы.

Литературы

1. Fibigr, J., Šatínský, D., Solich, P. Current trends in the analysis and quality control of food supplements basedon plant extracts. Anal. Chim. Acta 2018, 1036, 1–15.
2. Радыш И.В., Скальный А.В., Нотова С.В., Маршинская О.В., Казакова Т.В. Введение в элементологию, Оренбург. 2017. С.6.
3. Горкин. А. П. Росмэн. М. , Современная иллюстрированная энциклопедия.» Гл. ред. 2006.
4. Костров С.В. Оценка эффективности комплексных соединений кобальта при гнойно-воспалительных процессах // Автореферат. Курск. 2012. С.13.
5. Chatterjee, Malay; Das, Subhadeep; Chatterjee, Mary; Roy, Kaushik, "Vanadium in Biological Systems". Encyclopedia of Metalloproteins. pp. 2293–2297. doi:10.1007/978-1-4614-1533-6_134. ISBN 978-1-4614-1532-9., (2013).
6. Bishop, P E; Joerger, R D "Genetics and Molecular Biology of Alternative Nitrogen Fixation Systems". Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 41 (1): 109–125. doi:10.1146/annurev.pp.41.060190.000545. (June 1990).
7. Wever, R.; Krenn, B. E. , "Vanadium Haloperoxidases". Vanadium in Biological Systems. pp. 81–97. doi:10.1007/978-94-009-2023-1_5. ISBN 978-94-010-7407-0., (1990).
8. Бонитенко Е.Ю., Скального А.В., Киселева М.Ф. Элементный статус населения России. Часть 1. Общие вопросы и современные методические подходы к оценке элементного статуса индивидуума и популяции, СПб: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2010. – 416 с.

9. Барабой В. Селен: биологическая роль и антиоксидантная активность // Украинский биохими- ческий журнал. 2004. Т. 76, № 1. С. 23-32.

10. O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi Bosh Davlat sanitar vrachining 25.05.2019 yildagi 0366-19-son buyrug‘i bilan tasdiqlangan “Oziq-ovqat mahsuloti xavfsizligi gigiyenik normativlari” Available: https://lex.uz/docs/-4951750.