

**ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
МИКРОКОЛИЧЕСТВ МЕДИ И ЦИНКА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ**

Зыкова Е. Л., Довнар А. К., Прищепова И. В.

**Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь**

Введение

В организме человека присутствуют практически все элементы таблицы Менделеева. Каждый из них играет определенную биологическую роль в процессах жизнедеятельности и поддержании гомеостаза. Изменения содержания отдельных микроэлементов наблюдаются при различных патологических состояниях и могут использоваться в ранней клинической диагностике.

Для человека и животных медь является необходимым биоэлементом, так как связана с деятельностью многих ферментов, витаминов и гормонов. Она оказывает существенное влияние на различные виды обмена веществ, кроветворение, костеобразование, рост и развитие организма, на его иммунобиологический статус при различных инфекциях [1].

Медь стимулирует всасывание калия, кальция, глюкозы, но угнетает абсорбцию натрия и фосфора. Она необходима для превращения железа в органически связанную форму и, следовательно, играет важную роль в синтезе гемоглобина. Поэтому многие авторы рассматривают различные анемии как явление медной недостаточности, легко устраняемые введением в организм препаратов меди в комбинации с железом. Дефицитность меди проявляется в анемии, дискоординации движений, дефекте соединительных тканей [2]. Содержание меди в крови понижается при В₆ авитаминозах.

Большое значение для процессов жизнедеятельности имеет цинк, который участвует в ряде клеточных процессов: синтезе РНК, белков, в метаболизме растений, микроорганизмов, животных и человека. Находящийся в органах и тканях цинк легко соединяется с аминокислотами, нуклеиновыми кислотами и белками. Среди цинк-протеинов подавляющее большинство — ферменты.

Повышение уровня цинка в сыворотке крови наблюдается при гипертонической болезни, гипертиреозе; понижение — при хронических заболеваниях почек, печени, опухолях. При дефиците цинка у животных и у людей снижается синтез белка и и-РНК, и как следствие этого наблюдается задержка роста [1, 2].

Главной задачей при исследовании взаимосвязи между содержанием микроэлементов и состоянием здоровья человека является выбор чувствительных методов анализа и информативных биосубстратов. Для этого широко используются разнообразные инструментальные методы, в том числе атомно-абсорбционные, спектральные, электрохимические и др.

Вольтамперометрия, обладающая высокой точностью, избирательностью, позволяющая определить микроэлементный состав, и свести к минимуму мешающее влияние других компонентов, отличающаяся простотой оборудования и проведения анализа, подходит для этих целей.

Наиболее информативными для эколого-гигиенических исследований и ранней клинической диагностики микроэлементозов являются органы и ткани, которые депонируют и накапливают элементы, такие как кровь, сыворотка крови, моча и т. д. [3].

Цель

Разработка методики совместного вольтамперометрического определения меди и цинка в сыворотке крови.

Материал и методы исследования

Количественное определение микроэлементов меди и цинка проводили полярографическим методом в модельных растворах и сыворотке крови животных на полярографе ПУ-1 в трапециевидном режиме развертки с применением ртутного капельного электрода; период капания $\tau = 3,2$ с, скорость $V = 4$ мВ/с, амплитуда 8 мВ. Анодом служила донная ртуть.

Результаты исследования и их обсуждение

Полярографический анализ позволяет определять концентрацию одного вещества в присутствии другого в пределах от граммов до десятых долей миллиграмма в литре. Для определения концентрации элемента в растворе достаточно измерить величину предельного диффузионного тока, протекающего в цепи, и нет необходимости прибегать к проведению электрохимической реакции во всем объеме раствора, как это необходимо в других видах электроанализа. Это обуславливает быстроту процесса полярографирования, который продолжается 2–5 минут, а в отдельных случаях несколько

десятков секунд. Скорость проведения анализа, таким образом, определяется скоростью подготовки образца к анализу. На одной полярографической кривой можно получить сразу несколько ступеней или волн и, следовательно, из одной пробы можно определять сразу несколько компонентов.

В процессе полярографирования практически не меняется состав раствора, и поэтому полярографические определения могут быть проведены без повторного отбора проб и многократно повторены в том же растворе. Для проведения анализа достаточно весьма малого количества раствора: многие определения могут быть выполнены в 0,1–0,02 мл раствора.

Подбор оптимальных условий для полярографирования проводился на модельных растворах с использованием различных фоновых электролитов.

При использовании в качестве фонового электролита 1М HNO₃ были обнаружены пики меди при потенциале –0,34 В. На аммиачно-нитратном фоне с рН 2,5 была получена полярограмма меди с потенциалом пика –0,38 В, при увеличении рН до 7 чувствительность определения снижалась. Определяемые концентрации 1·10^{–4} моль/л.

Изучена возможность определения меди на хлоридном и хлоридно-аммиачном фонах. На фоне 0,1М раствора соляной кислоты медь восстанавливается с отчетливым пиком на полярограмме при потенциале –0,3 В. Определяемые концентрации 1×10^{–5} моль/л. Введение в модельные растворы железа в соотношении 1:100 и цинка 1:1000 не искажает полярограмм меди и не влияет на чувствительность определения. Результаты определения меди в модельных растворах представлены в таблице 1. При определении меди в виде аммиачных комплексов на хлоридно-аммиачном фоне с увеличением рН раствора чувствительность определения снижается до 1,5×10^{–4} моль/л.

Наиболее чувствительным для определения меди оказался оксалатный фон (0,1 М HCl + 0,5 М (NH₄)₂C₂O₄). Но определению меди мешают ионы двух- и трехвалентного железа, которые восстанавливаются с ионами меди в виде одного пика с потенциалом –0,34 В. Линейная зависимость между силой тока и концентрацией наблюдается в диапазоне от 1×10^{–6} до 1×10^{–4} моль/л.

Таблица 1 — Определение меди в модельных растворах на фоне 0,1 М раствора HCl

Введено Cu, мкмоль/л	Найдено Cu		Относительная ошибка, %	Введено Cu, мкмоль/л	Найдено Cu		Относительная ошибка, %
	мкмоль/л	%			мкмоль/л	%	
8,7	8,6	98,9	1,1	52,1	51,7	99,2	0,8
17,3	17,1	99,4	0,6	69,6	69,5	99,9	0,1
34,7	34,3	98,8	1,2	86,8	86,0	99,1	0,9

Возможность совместного определения меди и цинка изучалась на хлоридно-аммиачном фоне при рН = 5,2. Потенциал цинка относительно донной ртути –1,2 В. Предел обнаружения — 1×10^{–5} моль/л. Определению цинка не мешает присутствие ионов меди в концентрациях 5×10^{–4} моль/л. Результаты совместного определения меди и цинка в модельных растворах представлены в таблице 2.

Полученные результаты показывают, что катионы меди и цинка не мешают определению друг друга и могут совместно определяться в одной пробе на хлоридном и хлоридно-аммиачном фонах.

Таблица 2 — Совместное определение меди и цинка в модельных растворах (n = 3, p = 0,95)

Введено		Найдено			
Cu ²⁺ , мкмоль/л	Zn ²⁺ , мкмоль/л	Cu		Zn	
		мкмоль/л	Sr	мкмоль/л	Sr
17,3	32,4	17,1 ± 0,3	0,069	31,8 ± 0,7	0,163
34,7	48,6	34,3 ± 0,5	0,116	48,4 ± 0,8	0,186
52,1	64,8	51,7 ± 0,6	0,139	64,2 ± 0,8	0,186
69,6	81,0	69,5 ± 0,5	0,116	80,6 ± 0,6	0,139
86,8	97,2	86,0 ± 0,9	0,209	96,8 ± 0,7	0,163

Содержание меди и цинка в сыворотке крови – величина постоянная. Изменения концентрации этих элементов, вызываемые экологическими, профессиональными и другими факторами приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья. Поэтому существует необходимость регулярного контроля за содержанием меди и цинка в биологических жидкостях. С этой целью нами разработана методика совместного полярографического определения меди и цинка в сыворотке крови.

В сыворотке крови рассматриваемые микроэлементы находятся в непосредственной связи с белком, для разрушения таких белковых комплексов применялась предварительная пробоподготовка.

Для разложения органической матрицы нами было использовано мокрое озоление образцов хлорной кислотой в смеси с азотной или соляной кислотами в соотношении 1:2 и 2:1, а также проводилась обработка сыворотки крови смесью соляной и азотной кислот в соотношении 3:1. Однако, ни один из применяемых методов не дал удовлетворительных результатов. При использовании хлорной кислоты пики меди и цинка на полярограммах отсутствовали, при обработке смесью соляной и азотной кислот были определены только пики меди.

Лучшим методом предварительной обработки стало сжигание образца в муфельной печи в течение 1 ч 30 мин при постепенном нагревании до температуры красного каления (550 °С), использование более высокой температуры озоления приводит к частичной потере микроэлементов. После озоления содержимое чашек обрабатывали смесью соляной и азотной кислот в соотношении 1:3 для растворения неорганических компонентов, выпаривали на песчаной бане, остаток несколько раз промывали дистиллированной водой для удаления паров кислот, выпаривали досуха и заливали раствором фоновое электролита. Полученный раствор полярографировали в интервале потенциалов от 0 до -0,6 В. Потенциал полуволны меди -0,3 В.

Пробы нейтрализовали 0,1 М аммиаком до pH = 5,2 и полярографировали в интервале от -0,8 до -1,4 В. Потенциал полуволны цинка -1,2 В. Количественное определение меди и цинка проводили методом добавок.

Разработанная методика была использована для совместного определения микроколичеств меди и цинка в сыворотке крови животных Гомельской области. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Содержание меди и цинка в сыворотке крови животных

Категория животных	Cu, мкмоль/л	Zn, мкмоль/л
Крупный рогатый скот, с-з «Ведрич»	10,1–28,0	27,7–48,8
Крупный рогатый скот, частный сектор	15,9–31,1	21,1–39,9
Лошади, конно-спортивная школа г. Гомель	23,6–26,8	28,7–50,4
Лошади, частный сектор	8,9–21,3	20,7–58,6
Лошади, с-з «Носовичи»	16,1–29,3	27,5–53,1

Результаты исследований показали, что содержание меди в сыворотке крови животных колеблется в пределах от 9 до 30 мкмоль/л; цинка — от 21 до 59 мкмоль/л, что связано с индивидуальными особенностями животных, рационом кормления, условиями содержания.

Заключение

Методика совместного полярографического определения меди и цинка может быть использована для анализа сыворотки крови, что дает возможность следить за физиологическим состоянием организма, а также диагностировать ряд заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, Д. С. Микроэлементы в почвах и живых организмах / Д. С. Орлов // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — № 1. — С. 61–68.
2. Кудрин, А. В. Микроэлементозы человека / А. В. Кудрин // Междунар. мед. журнал. — 1998. — С. 11–12.
3. Спектральные методы оценки содержания макро- и микроэлементов в биологических средах человека в норме / Н. Н. Андрусишина [и др.] // Материалы III конференции «Биоэлементы». — Оренбург, 2011. — С. 35–42.

УДК 615.322

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУСКАТНОГО ОРЕХА И КУРКУМЫ

Зябкина А. М., Сербина Д. В.

Учреждение образования

«Белорусский государственный медицинский университет»

г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Приправы и специи не только придают блюдам изысканный аромат и вкус, они способны самым благоприятным образом воздействовать на организм. Мускатный орех широко применяют в кондитерском деле и кулинарии. Однако также известны его сильные полезные свойства. Куркуму применяют как в качестве специи, так и в качестве красителя. Но и целебные свойства куркумы ценятся достаточно высоко и известны человеку не первое столетие.

Цель

Исследовать фармакологические свойства мускатного ореха и куркумы, изучить влияние на организм.