

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ КАЛЬЦИЙ : МАГНИЙ В РАСТВОРАХ

С.С. Уварова

*ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь*

Рассмотрены способы определения кальция и магния в аналитической химии. Представлен разработанный нами инновационный способ определения соотношения кальций : магний в растворах. Изучена возможность применения данного способа для исследования проб воды и т.п.

**Ключевые слова:** *соотношение кальций : магний, инновационный способ определения, титриметрический метод анализа, спектрофотометрический метод анализа*

В настоящее время главной задачей аналитической химии является проведение эффективного, быстрого и точного анализа. Поэтому вопросы разработки или усовершенствования различных методов проведения анализа с целью повышения их эффективности с наименьшими затратами – одна из современных мировых тенденций.

Оптимальный режим жизнедеятельности живого организма обеспечивается поступлением из окружающей среды различных микро- и макроэлементов. Особенно важно не только стабильное поступление, например, ионов металлов, но и их сбалансированность. Известно, что жизнедеятельность живого организма напрямую зависит от поступления в него кальция и магния. Установлено, что для оптимального функционирования человеческого организма соотношение кальций : магний в организме должно быть 2:1 [1]. Контроль этого соотношения важен как в физиологических растворах организма (слюна, кровь, лимфа, моча), так и в окружающей среде, откуда поступают эти металлы (почва, вода, растения), так как, например, при активном насыщении организма кальцием кости могут приобретать хрупкость, мышцы твердеть, а суставы терять свою подвижность. Для того, чтобы кальций и магний сосуществовали в живом организме гармонично, необходимо планировать как рацион питания, так и контролировать среду, в которой произрастают или существуют потребляемые продукты питания. Поэтому, контроль соотношения кальция и магния в различных растворах высоко актуален.

Методы определения кальция и магния в почве установлены соответствующими стандартами [2]. Однако, представленные в стандарте три метода анализа: атомно-абсорбционный,

комплексометрический и фотометрический подвергаются специалистами критическому анализу. Специалистов сельского хозяйства стандартные методики не устраивают либо из-за дороговизны оборудования, требующего специального обустройства лабораторного помещения, либо из-за малой производительности и кропотливости, либо из-за ошибок, вызванных дополнительной реакцией индикаторов на обилие мешающих катионов в анализируемых пробах почвы [3].

Учитывая, что химический состав воды является одним из определяющих факторов элементного гомеостаза человека, необходимо нормирование в питьевой воде не только показателей безопасности, но и рекомендуемых концентраций всех химических элементов соответственно уровню физиологической полноценности [4]. В указанной работе свидетельствуется, что, уровень макроэлементов Са (26,4-68,3 мг/л) и Mg (9,0-15,6 мг/л) во всех источниках питьевого водоснабжения г. Минска находится в интервале физиологической полноценности воды, однако, соотношение кальция : магний в воде не оптимальное 2 : 1, а значительно выше, 3-4 : 1. В другой научной статье [5], анализируется также состав воды, но уже в верхней Волге. Авторы свидетельствуют о том, что, если на истоке, где антропогенное вмешательство отсутствует, соотношение кальция : магний близко к оптимальному, а именно составляет 2,5 : 1, то в районе Твери это соотношение возрастает до 3 : 1.

В процессах контроля уровня кальция и магния в живом организме актуальной проблемой медицины является уточнение роли магния в формировании патологических состояний этого живого организма. Известно, что магний обладает природным антагонистическим действием в отношении ионов кальция [6]. Установлена роль магния в развитии атеросклероза и других патологических состояний [7]. А дефицит магния в организме влечет за собой уже дефицит калия, что может быть причиной дисфункции миокарда и развития аритмий [8-10].

Существующие способы диагностики магниedefицитных состояний, заключающиеся в определении содержания общего магния в эритроцитах, лимфоцитах крови методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, опять же являются трудоемкими, дорогостоящими и малодоступными для практического здравоохранения.

Некоторые изобретения [11] предлагают осуществлять одновременное тестирование общего магния в сыворотке крови и слюне фотометрическим методом с последующим вычислением коэффициента распределения для магния у здоровых лиц и больных.

Представленный спектр востребованности анализов как содержания, так и соотношения кальция и магния в живом организме и в окружающей среде свидетельствует об актуальности разработки новых

и, по возможности, простых аналитических методов определения кальция и магния.

Нами разработан специфический способ определения как количественного содержания кальция и магния, так и их соотношения в одной подготовленной пробе раствора при одном и том же значении  $\text{pH} > 12$  [12].

Задачей, на решение которой направлен разработанный нами способ, является оперативный и точный анализ содержания магния, а также кальция в одном подготовленном растворе.

Поставленная задача решается тем, что в анализируемый раствор, содержащий соли кальция и магния, добавляется несколько крупинок сахарозы или маннита для удержания кальция в растворе в виде комплекса с константой нестойкости равной  $1,79 \cdot 10^{-3}$ . Затем осуществляется спектрофотометрический анализ магния с титановым желтым при 545 нм. По этому способу не мешает определению магния даже пятикратный избыток кальция. После спектрофотометрического определения магния используется комплексонометрический метод определения кальция при этом же значении  $\text{pH} > 12$  в той же аликвоте приготовленного раствора титрованием Трилоном Б в присутствии мурексида. В результате определения содержания магния и кальция устанавливается соотношение магний : кальций в анализируемом объекте.

Предложенный метод обеспечивает оперативность определения, исключает приготовление, а также использование кислот, щелочей и буферных растворов для корректировки  $\text{pH}$  среды, что значительно упрощает процесс. Новым способом анализа были получены результаты определения содержания кальция и магния в воде реки Волга, которые опубликованы в журнале РАН «Водные ресурсы» [5].

Пример 1. Пробу воды из истока реки Волга объемом 10 мл помещали в мерную колбу на 50 мл, добавляли раствор NaOH до  $\text{pH} > 12$  и дистиллированную воду до метки. Аликвоту приготовленного раствора титровали Трилоном Б в присутствии мурексида. Установлено содержание кальция 7,21 мг/л.

Пример 2. Пробу воды из реки Волга в районе г. Твери объемом 10 мл помещали в мерную колбу на 50 мл, добавляли раствор NaOH до  $\text{pH} > 12$  и дистиллированную воду до метки. Аликвоту приготовленного раствора титровали Трилоном Б в присутствии мурексида. Установлено содержание кальция 37,00 мг/л.

Пример 3. Пробу воды из истока реки Волга объемом 10 мл помещали в мерную колбу на 50 мл, добавляли несколько крупинок сахарозы для удержания кальция в растворе в виде комплекса, добавляли раствор NaOH до  $\text{pH} > 12$ , 0,2 мл 0,1% раствора титанового желтого и дистиллированную воду до метки. Аликвоту окрашенного раствора

фотометрировали при  $\lambda = 545$  нм. Установлено содержание магния 2,92 мг/л.

Пример 4. Пробу воды из реки Волга в районе г. Твери объемом 10 мл помещали в мерную колбу на 50 мл, добавляли несколько крупинок сахарозы для удержания кальция в растворе в виде комплекса, добавляли раствор NaOH до pH >12, 0,2 мл 0,1% раствора титанового желтого и дистиллированную воду до метки. Аликвоту окрашенного раствора фотометрировали при  $\lambda = 545$  нм. Установлено содержание магния 11,00 мг/л.

Определяли соотношение кальций : магний в истоке реки Волга  $7,21 : 2,92 = 2,5$  и в реке Волга в районе г. Твери  $37,00 : 11,00 = 3,36$ .

#### Список литературы

1. Кальций и магний совместимость. – <https://www.realbrest.by/interesnye-sovety/kalciy-i-magniy-sovместimost.html>
2. ГОСТ 26487-85 Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО. Дата актуализации: 01.01.2021.
3. Логинов Ю.М., Газов Е.В. Определение обменного магния в одномолярной KCl-вытяжке из почв // Агрохимия, 2020, №11, С.74-82.
4. Гресь Н.А., Гузик Е.О., Романюк А.Г., Гресь Н.А. мл., Сокол В.П. Соотношение содержания в питьевой воде г. Минска кальция, магния, стронция, калия с уровнем их депонирования в организме жителей столицы / Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем: Междунар. науч. конф.; Десятый съезд Белорусскогообщественного объединения фотобиологов и биофизиков, 19–21 июня 2012 г., Минск, Беларусь: сб. ст.: в 2 ч. Ч. 2 / редкол.: И.Д. Волотовский, С.Н. Черенкевич [и др.]. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2012. – С. 166-169.
5. Тихомиров О.А., Бочаров А.В., Никольский В.М., Сердитова Н.Е., Смирнов С.Н. Региональный ретроспективный анализ воды и донных отложений Верхней Волги // Водные ресурсы, 2022, Т.49, №3, С. 325-332.
6. Андреев Н.А., Моисеев В.С. Антагонисты кальция в клинической медицине. М.: ФАРМЕДИНФО, 1995; 161 с.
7. Городецкий В.В., Талибов О.Б. Препараты магния в медицинской практике, М.: ИД Медпрактика - М., 2003, С. 44.
8. Спасов А.А., Иежица И.Н., Харитоновна М.В., Желтова А.А. Нарушение обмена магния и калия и его фармакологическая коррекция // Вестник ОГУ, 2011, №15 (134), С. 131-135.
9. Whang R., Whang D.D., Ryan M.P. Refractory potassium repletion. A consequence of magnesium deficiency. // Arch Intern Med, 1992, V. 152, №1, P. 40-45.
10. Ryan M.P. Interrelationships of magnesium and potassium homeostasis // Miner Electrolyte Metab, 1993, V. 19, №4-5, P. 290-295.
11. Патент РФ №2263316, опубл. 27.10.2005, Способ диагностики дефицита магния при внутренней патологии / Постникова Л.Б., Алексеева О.П.

12. Патент РФ №2788746, опубл. 24.01.2023, Способ определения соотношения кальций : магний в растворах / Уварова С.С, Никольский В.М., Толкачева Л.Н., Гридчин С.Н.

*Об авторе:*

УВАРОВА Софья Сергеевна – студентка 2-го курса магистратуры химико-технологического факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», e-mail: draconofus@gmail.com

## **AN INNOVATIVE WAY TO DETERMINE THE RATIO OF CALCIUM: MAGNESIUM IN SOLUTIONS**

**S.S. Uvarova**

*Tver State University, Tver*

The paper considers methods for determining calcium and magnesium in analytical chemistry. An innovative method developed by us for determining the ratio of calcium: magnesium in solutions is presented. The possibility of using this method for the study of water samples, etc. is considered.

**Keywords:** *calcium: magnesium ratio, innovative method of determination, titrimetric method of analysis, spectrophotometric method of analysis*

Дата поступления в редакцию: 14.11.2023.

Дата принятия в печать: 29.11.2023.