

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ КАЛЬЦИЙ : МАГНИЙ В РАСТВОРАХ

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, металлов, но и их сбалансированность. Жизнедеятельность живого организма напрямую зависит от поступления в него кальция и магния.

Для оптимального функционирования человеческого организма соотношение кальция : 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 приобретают хрупкость, мышцы твердеют и суставы теряют свою подвижность. Поэтому, контроль соотношения кальция и магния в различных растворах актуален.

Целью данной работы является разработка инновационного способа анализа соотношения кальция и магния в растворах, исключающего многооперационность, использование большого количества реактивов, большие затраты времени на проведение анализа.

Известно комплексонометрическое определение кальция и магния титрованием исследуемого раствора Трилоном Б сначала суммы кальция и магния, затем отдельно кальция, содержание магния определяют по разности результатов титрования [2]. Недостатками являются многооперационность, приготовление и дополнительное использование кислоты/щелочи и буферного раствора для изменения кислотности среды.

Проблемой является и малая производительность из-за необходимости проведения дополнительных подготовительных операций. Известен способ фотометрического определения магния с титановым

желтым в присутствии кальция [3], по которому влияние кальция устраняют связыванием его с сахарозой или маннитом в растворимый комплекс. Недостатком этого метода является отсутствие возможности определения содержания кальция, а значит и соотношения кальция : магний.

Нами впервые был разработан способ [4], позволяющий количественно и быстро установить присутствие магния и кальция в одной подготовленной пробе растворе при одном и том же значении $pH > 12$.

Задачей, на решение которой направлен разработанный нами способ, является оперативный и точный анализ содержания магния, а также кальция в одном подготовленном растворе при одном и том же значении $pH > 12$.

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 $1,79 \cdot 10^{-3}$. И далее 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 комплексометрический метод определения кальция при этом же значении $pH > 12$ в той же аликвоте приготовленного раствора титрованием Трилоном Б в присутствии мурексида по ГОСТ 26487, п. 2.4.2. В результате определения содержания магния и кальция устанавливается соотношение магний : кальций в анализируемом объекте.

Такое техническое решение обеспечивает оперативность определения, исключает приготовление, а также использование кислот, щелочей и буферных растворов для корректировки pH среды, что значительно упрощает процесс.

Возможность осуществления показана примерами.

Пример 1. Пробу воды из истока реки Волга объемом 10 мл помешали в мерную колбу на 50 мл, добавляли раствор NaOH до $pH > 12$ 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 помешали в мерную колбу на 50 мл, добавляли раствор NaOH до $pH > 12$ 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 помешали 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 2,92 мг/л.

Пример 4. Пробу воды из реки Волга в районе г. Твери объемом 10 мл помешали 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 $37,00 : 11,00 = 3,36$. Полученные результаты анализа опубликованы в научном журнале «Водные ресурсы» [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы аналитической химии. Практическое руководство под ред. Золотова Ю.А. – М.: Высш. шк., 2001, С. 243-244.
2. Инструкция НСАМ 175-х. Химические методы. Магний. Фотометрическое определение магния с титановым желтым в породах и рудах, Мин. геологии СССР, ВИМС, М.: 1980.
3. Пат.2788746 Российская Федерация, МПК G01N 31/22 G01N 31/16 G01N 21/25. Способ определения соотношения кальций : магний в растворах / Уварова С.С, Никольский В.М., Толкачева Л.Н., Гридчин С.Н., заявитель и патентообладатель ТвГУ. – №2022111702. заявл. 28.04.22, опубл. 24.01.23, Бюл. № 3. – 5 с.
4. Тихомиров, О.А. Региональный ретроспективный анализ воды и донных отложений верхней Волги / О.А. Тихомиров, А.В. Бочаров, В.М. Никольский, Н.Е. Сердитова, С.Н. Смирнов // Водные ресурсы. – 2022. – Т. 49, № 3. – С. 325-332.