

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 543.243.1

DOI 10.26456/vtchem2023.4.17

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА

Е.Е. Козликова

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Разработан оригинальный способ определения йода в растворе прямым титрованием нитратом серебра, который выгодно отличается от всех других методов анализа йода тем, что водный раствор аналита подвергается кратковременному электролизу для генерации молекул йода, что исключает приготовление нескольких титрованных растворов, строгого соблюдения pH растворов и введения в титруемую систему дополнительного раствора йодата калия.

Ключевые слова: *йод, модифицированный метод, метод Кольгофа*

В настоящее время в мире возросло внимание к проблеме йодного дисбаланса в системе «окружающая среда – организм человека». Низкое содержание йода в почве и воде становится причиной низкого содержания его в пище, выращенной на этой почве и, как следствие, приводит к нехватке йода в организме человека. Современная жизнь ставит перед человечеством несколько проблем, связанных со здоровьем населения. Йод является жизненно важным микроэлементом с высокой биологической активностью и часто попадает в организм в недостаточном количестве. Его соединения играют важную роль в метаболических процессах в организме человека. В этой функции йод не может быть заменен каким-либо другим химическим элементом.

В условиях постоянной йодной недостаточности нарушается нормальная выработка гормонов щитовидной железой. Недостаток йода в организме вызывает нарушения обмена веществ, способствует развитию зоба. Проблема йодной недостаточности остается актуальной на всей территории Российской Федерации. В последние годы заболевание щитовидной железы стало самой распространенной эндокринной патологией и составляет 79,4% от всех эндокринологических заболеваний [1]. Внешний признак йододефицита - увеличение щитовидной железы.

Контроль содержания йода в объектах окружающей среды осуществляется способом прямого титрования раствора аналита нитратом серебра в присутствии эозината натрия, как индикатора (способ Фаянса). Анализ основан на индикации розового окрашивания

присутствующих в растворе мицелл $[AgI] \cdot Ag^+$ с адсорбированными ионами индикатора [2].

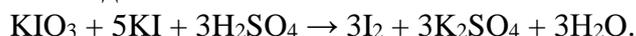
По этому способу необходимо строго соблюдать pH раствора (уксуснокислая среда), а посторонние ионы снижают чувствительность адсорбционного индикатора.

Известен способ обратного титрования (способ Фольгарда) с использованием двух титрованных растворов, а именно, нитрата серебра и тиоцианата аммония в присутствии железоаммонийных квасцов в качестве индикатора обеспечивают проведение анализа йода по способу Фольгарда [2].

Недостатками второго способа являются необходимость приготовления и расхода двух титрованных растворов, причем дорогостоящий титрант (нитрат серебра) используется в избытке, т. е. непроизводительно.

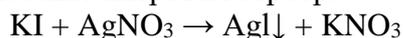
В анализе пищевой продукции применяется и способ прямого титрования йода нитратом серебра в присутствии других галогенидов (способ Кольтгофа). Титрование аналита осуществляется в присутствии йодкрахмального индикатора в кислой среде до исчезновения синего окрашивания [3].

К недостаткам способа Кольтгофа относится необходимость использования дополнительного раствора йодата калия, введение которого обеспечивает безвозвратное образование не титруемых трех молей йода из одного моля вводимого раствора йодата калия и пяти молей йодид-ионов титруемого аналита, т.е. требует изъятия из титруемого раствора неучитываемых пяти молей йодида калия на каждый моль вводимого йодата калия:



Присутствие образующегося молекулярного йода обеспечивает синее окрашивание системы ($I_2 + KI + \text{крахмал}$).

По мере титрования из раствора осаждаются йодиды, связываемые нитратом серебра:



В точке эквивалентности происходит обесцвечивание раствора, т. к. йодиды полностью исчезают из раствора.

Кроме того, недостатком этого способа является необходимость приготовления, создания особых условий хранения и использования дополнительного раствора йодата калия, введение которого обеспечивает образование неучтенного молекулярного йода. Особыми условиями хранения раствора йодата калия служит потребность в таре из темного стекла и затемненное место хранения, т.к. раствор этого сильного окислителя разлагается на свету [4].

Авторы [5] констатируют, что существует много аналитических методов, доступных для обнаружения и измерения йода и его различных видов в сложных биологических матрицах, однако не создано идеального

метода, который одновременно был бы точным, чувствительным, дешевым и быстрым.

Тем не менее, нами предложен оригинальный способ определения йода [6], в котором присутствие молекулярного йода, вызывающего синее окрашивание крахмала в методе Кольтгоффа, обеспечивается электролизом аналита по реакции:



Таким образом значительно упрощается и ускоряется процесс анализа йода в растворе.

Экспериментальная часть

Для осуществления эксперимента использовали:

- анализируемые растворы, приготовленные минерализацией 20 г объектов исследования, содержащих микроколичества йода при температуре 550-600 °С в муфельной печи с последующим растворением золы;
- титрант нитрат серебра 0,05 М;
- 1% раствор крахмала;
- разведенную серную кислоту (1:10) для создания слабокислой среды;
- электролизер с угольными электродами.

Результаты определение содержания йода в морской капусте.

Проба аптечной (сухой) морской капусты российского производителя ЗАО Ст.-Медиафарм массой 20 г, озоленная в муфельной печи, растворялась водой и помещалась в мерную колбу на 50 мл. Аликвота в 2 мл помещалась в колбу для титрования, содержащую 25 мл дистиллированной воды, 2 мл раствора крахмала, несколько капель раствора серной кислоты и подвергалась электролизу при напряжении 1,7 В и катодной плотности тока 2 А/дм² на несколько секунд (до появления синего окрашивания раствора) на угольных электродах. Титрование алиquotы осуществлялось раствором нитрата серебра до исчезновения синего окрашивания. Присутствие других галогенов не мешает определению содержания йода, т.к. растворимость йодида серебра из всех галогенидов серебра минимальна (ПРАgI = 1,5*10⁻¹⁶, ПРАgBr = 4,4*10⁻¹³, ПРАgCl = 1,8*10⁻¹⁰).

Найдено: содержание йода в морской капусте составляет 247 мг/100 г продукта при нормативе 300 мг/100 г [7].

Список литературы

1. Копылова Е. Ю., Перевошикова Н.К., Зинчук С.Ф. Современные проблемы дефицита йода // Мать и дитя в Кузбассе, 2010, №3 (), С. 3-8.
2. Сыроватский И.П., Гончиков Ю.А. Использование методов осаждения для количественного анализа лекарственных средств / Учебное пособие, ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра

- фармацевтической и токсикологической химии, Иркутск, ИГМУ, 2017, 36 с.
3. Маркова Е.О., Некрасов Д.А., Дьяков М.Ю., Данилов А.А. Определение содержания йода, йодидов и йодатов в пищевых продуктах // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2022. Т. 22, вып. 4. С. 373–381, DOI: 10.18500/1816-9775-2022-22-4-373-381
 4. «Вольтамперометрическое определение йода в пищевых продуктах». Методические указания. МУК 4.1.1187-03 (Утверждены главным государственным санитарным врачом РФ 26.01.2003 г.), п. 7.1.4.
 5. Гиносян А.В., Оганесян А.С. Сравнительный анализ методов определения йода в биологических жидкостях // Медицинская наука Армении НАН РА, 2017, Т. LVII, № 1, С. 12-21.
 6. Патент РФ №2788747, опубл. 24.01.2023, Способ определения йода / Козликова Е.Е., Толкачева Л.Н., Никольский В.М., Доботолова Г.Г.
 7. Йод в продуктах питания. – <http://frs24.ru/st/soderzhanie-joda-v-produktah/#1>

Об авторе:

КОЗЛИКОВА Елена Евгеньевна – студентка 2-го курса магистратуры химико-технологического факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», e-mail: lenkaanika@yandex.ru

A MODIFIED METHOD FOR DETERMINING IODINE BY COLTHOFF

E.E. Kozlikova

Tver State University, Tver

An original method of determining iodine in a solution by direct titration with silver nitrate has been developed, which compares favorably with all other methods of analyzing iodine in that the aqueous analyte solution undergoes short-term electrolysis to generate iodine molecules, which eliminates the preparation of several titrated solutions, strict adherence to the pH of the solutions and the introduction of additional potassium iodate solution into the titrated system.

Keywords: *iodine, modified method, Kolhof method*

Дата поступления в редакцию: 22.11.2023.

Дата принятия в печать: 01.12.2023.