

СУЧАСНА ЕЛЕКТРОХІМІЯ



освіта

наука

виробництво

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОХІМІЇ:
ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО**

Харків 2015

УДК 544.6 : 621.35

ББК 24.57

С 89

Рецензенти : *А.П.Марченко*, д-р техн. наук, проф., проректор
Національного технічного університету «ХПІ»
Ю.В.Холін, д-р хім. наук, проф., проректор
Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна

Друкується за рішенням Вченої ради Національного
технічного університету «ХПІ», протокол № 7 від 03 липня 2015 р.

С 89 Сучасні проблеми електрохімії : освіта, наука, виробництво : збірник
наукових праць. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – 294 с.

ISBN 978-617-7306-48-0

Надано огляд сучасного стану досліджень з актуальних проблем електрохімії та електрохімічних технологій, зокрема детально висвітлені фундаментальні аспекти, будову і властивості розчинів електролітів, композитні та конверсійні покриття, закономірності перебігу найважливіших у практичному відношенні електрохімічних реакцій, проблеми електрохімічної енергетики та моніторингу довкілля, корозійно-електрохімічні властивості матеріалів, наукові, соціальні та освітянські аспекти технічної електрохімії.

Розраховано на викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів, науковців та фахівців в галузі електрохімії та електрохімічних виробництв.

УДК 544.6 : 621.35

ББК 24.57

© Колектив авторів 2015 р.

© НТУ «ХПІ» 2015 р.

ISBN 978-617-7306-48-0

ЗМІСТ

Від наукових редакторів тематичного збірника наукових праць «СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОХІМІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО»	13
ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОХІМІЇ	
А.О. Омельчук, Р.М. Пишеничний ФТОРИД-ІОННІ ДЖЕРЕЛА СТРУМУ.....	15
Н.Д. Сахненко, М.В. Ведь ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ СПЛАВЫ: ФИЛОСОФИЯ СИНЕРГИЗМА.....	17
А.Б. Величенко, О.И. Касьян КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ТИТАНА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЛАТИНОЙ: ПОЛУЧЕНИЕ, ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ.....	21
М.С. Хома, М.Р. Чуцман, Б.М. Дацко СТУПІНЬ НАВОДНЮВАННЯ СТАЛІ 17Г1СУ ЗА КОРОЗІЇ В РОЗЧИНАХ ПРИ НАЯВНОСТІ СІРКОВОДНЮ.....	23
Н.О. Мчедлов-Петросян, Ю.Т.М. Аль-Шуучи, Н.Н. Камнева, С.В. Шеховцов, А.И. Маринин, А.П. Крышталъ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КОАГУЛЯЦИЯ ОРГАНОЗОЛЕЙ ФУЛЛЕРЕНА C ₆₀	25
В.Ф. Зінченко, О.Г. Єрьомін, Є.В. Тімухін СИНТЕЗ ТА ЕЛЕКТРОМІГРАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ФТОРИДІВ, СУЛЬФІДІВ ТА СУЛЬФОФТОРИДІВ ЛАНТАНІДІВ.....	27
O.N. Kalugin, B. A. Marekha, Iu.V. Voroshylova, O.V. Lukinova, V.A. Koverga, A. Idrissi, A.K. Adya IONIC LIQUIDS AND BINARY MIXTURES BASED ON THEM: FROM MICROSCOPIC STRUCTURE TO NEW FUNCTIONAL MATERIALS IN ELECTROCHEMISTRY.....	29
В.В. Нечипорук, В.В. Міщенчук, Н.В. Хованець, М.М. Ткачук, В.Д. Юзькова МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОЇ МАКРОКІНЕТИКИ ТА МЕХАНІЗМ ВИНИКНЕННЯ КОЛИВНИХ НЕСТІЙКОСТЕЙ СТАЦІОНАРНИХ СТАНІВ В ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ СИСТЕМАХ N-NDR ТИПУ.....	31
Г.Я. Колбасов, С. В. Волков, И.А. Русецкий, В.С. Воробец, И.А. Слободянюк ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ.....	33
А.В. Потапенко, В.А. Галагуз, Э.В. Панов ДИФУЗИЯ ЛИТИЯ В КАТОД С/LiFePO ₄ ИЗ ЭЛЕКТРОЛИТА НА ОСНОВЕ РАСТВОРА БИС(ОКСАЛАТО)БОРАТА ЛИТИЯ.....	35
Д.Г. Королянчук, В.Г. Нефедов ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТОНКИХ СЛОЕВ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ГРАНИЦЕ С ВОЗДУХОМ.....	37
В.Ф. Варгалюк, С.И. Оковитый, В.А. Полонский, О.С. Стец, А.И. Щукин КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЙ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДИ.....	39
О.І. Кунтий, О.Я. Добровецька, І.В. Салдан, О.В. Решетняк, І.Л. Левчук, С.А. Корній ОДЕРЖАННЯ НАНОСТРУКТУРНИХ БІМЕТАЛЕВИХ СИСТЕМ ІМПУЛЬСНИМ ЕЛЕКТРОЛІЗОМ У СЕРЕДОВИЩІ ОРГАНІЧНИХ АПРОТОННИХ РОЗЧИННИКІВ.....	41

К.А. Kazdobin, К.Д. Pershina ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE SPECTROSCOPY: MODELING OF MULTIPHASE PROCESSES.....	43
М.О. Данилов ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НА НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ.....	45
В.В. Джелали КУЛОНОВОЛЬТМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	47
О.С. Крупеникова, Ю.К. Пирский НАНОГЕТЕРОСТРУКТУРНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И 3D-МЕТАЛЛОВ....	49
Н.Н. Камнева, В.В. Ткаченко КОЛЛОИДНЫЕ СВОЙСТВА И ПОВЕРХНОСТНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АГРЕГАТОВ НАНОАЛМАЗОВ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ.....	51
О.С. Тупчієнко, Ю.К. Пірський ВПЛИВ ПРЕКУРСОРІВ НА ПРИРОДУ АКТИВНИХ ЦЕНТРІВ В КАТАЛІЗАТОРАХ НА ОСНОВІ ХС-72 МЕЛАМІНУ ТА КОБАЛЬТУ.....	53
ЕЛЕКТРОХІМІЧНА ЕНЕРГЕТИКА ТА МОНІТОРІНГ ДОВКІЛЛЯ	
Ю.К. Пирский МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРЫ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	56
О.В. Потапенко, Ю.О. Тарасенко, М.Т. Картель, В.А. Галагуз, Е.В. Панов СИНТЕЗ, СТРУКТУРА І ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОКОМПОЗИТУ C/LiFePO ₄	58
Н.Д. Кошель, Н.С. Герасика, М.В. Костыря ДИНАМИКА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ Pb-H ₂ -H ₂ SO ₄	60
Ю.В. Погоренко, Р.М. Пшеничний, А.О. Омельчук ПРОВІДНІСТЬ ТА ІОННА РУХЛИВІСТЬ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ Pb _{1-x} Ln _x SnF _{4+x} (Ln – La, Ce, Nd, Sm, Gd).....	62
А.В. Potapenko, К.Д. Pershina, S.A. Kirillov IMPEDANCE STUDIES OF Li LiMn ₂ O ₄ CELLS.....	64
Г.С. Васильев, Ю.С. Герасименко ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ ЗАСОБІВ КОРОЗІЙНОГО МОНІТОРІНГУ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	66
Д.О. Сидоров, О.А. Пуд, Є.П. Дуборіз ЕЛЕКТРОХРОМНА КОМІРКА З ПАРАЛЕЛЬНО РОЗТАШОВАНИМИ АКТИВНИМИ ПОЛІМЕРНИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ.....	68
А. Panteleimonov, О. Tkachenko, М. Onizhuk, Yu. Kholin, Y. Gushikem A NOVEL ELECTROCHEMICAL SENSOR BASED ON SILICA MODIFIED WITH 1-METHYLMIDAZOLIUM CHLORIDE.....	70
С.М. Васильева, А.А. Новосад, Г.С. Васильев, Ю.С. Герасименко УСТАНОВКА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИКОРОЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБОНАТНОГО ОСАДУ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ...	71
В.І. Ларін, Є.О. Самойлов, С.А. Шаповалов ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЕФЕКТІВ РЕАКЦІЙ НА ПОЛЯРИЗОВАНІЙ МЕЖІ «ЕЛЕКТРОД-РОЗЧИН».....	73
С.В. Никитин, С. М. Губский, В.В. Евлаш ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В СУШЕННЫХ СЛОЕВИЩАХ БУРЫХ И КРАСНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ МЕТОДОМ КУЛОНОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ..	75

УДК 615.07+543

С.В. Никитин, С. М. Губский, В.В. Евлаш**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В СУШЕННЫХ СЛОЕВИЩАХ
БУРЫХ И КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ МЕТОДОМ
КУЛОНОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ***Харьковский государственный университет питания и торговли*

Исследована возможность применения электрохимического метода кулонометрического титрования для количественного определения общего содержания йодидов в сушеных слоевищах бурых и красных водорослей, которые используются в качестве диетической пищевой добавки как источник йода. Определены методологические характеристики предложенной методики, подтверждающие получение надежных и воспроизводимых результатов. Приведены количественные величины содержания йода в водорослях, согласующиеся с величинами, полученными другими физико-химическими методами.

Введение

Йод является жизненно необходимым человеческому организму микроэлементом, который важен для правильного функционирования щитовидной железы. По рекомендации ВООЗ, средняя дневная норма потребления йода должна составлять около 150 мкг для здорового человека. Особенно актуальным является этот вопрос для нашей страны, которая с точки зрения этого показателя является эпидемической [1]. Одним из важных источников поступления йода в организм человека являются морепродукты, среди которых значительное место принадлежит морским водорослям. Сушеные слоевища бурых и красных водорослей широко используются в качестве диетических добавок и лекарственных средств. С этой точки зрения, включение последних в рационы питания с контролем уровня их потребления, требует разработки надежных методик количественной оценки содержания йода в них, что является актуальной задачей.

Методы идентификации и количественного определения йода в пищевых продуктах и сырье многочисленны и характеризуются как трудоемкие процедуры. В ряду современных методов не утратили актуальность традиционные и доступные электрохимические методы [2-5]. Среди последних, следует выделить метод кулонометрического титрования как абсолютный и экспрессный метод, позволяющий достаточно высокую статистическую определенность и чувствительность конечного результата.

Экспериментальная часть

Кулонометрическое титрование проводили в гальваностатическом режиме в интервале значений тока 1-5 мА. В качестве источника стабилизированного тока выступал блок титрования Т-201М1. Контроль тока осуществляли цифровым вольтметром с точностью 0,5%. В качестве генерирующих электродов использовали платиновые электроды, помещенные в электрохимическую ячейку. Катодные и анодные пространства последней были раз-

делены стеклянным фильтром.

Контроль точки конца титрования осуществляли потенциометрическим методом с помощью пары индикаторных электродов: платинового окислительно-восстановительного ЭПВ-1 и хлорсеребряного ЭВЛ-1МЗ.1. Измерение электродвижущей силы электрохимической системы, температуры и рН растворов производили с помощью иономера 692 рН/Ionmeter (Metroohm).

В качестве титранта использовали бром, который генерировали из 0,2 М раствора КВг в 0,1 М растворе серной кислоты. Эффективность кулонометрического титрования указанным титрантом была проверена с помощью стандарт-титра «натрий сернистокислый 5-водный 0,1 М» и составила $99,5 \pm 0,06$ %.

Мониторинг и запись данных хода титрования (потенциал-время) в электронном виде производили с помощью программного продукта PicoLog Recorder v.5.24 (PicoScope Ltd., UK). Расчет времени конца титрования и статистическую обработку данных осуществляли в программе Excel пакета Microsoft Office.

Пробоподготовка образцов проводилась путем сухого щелочного озоления с переводов всех форм йода в йодиды с последующим растворением последних в воде.

Анализ полученных результатов

Для изучения вопроса о возможности применения кулонометрического титрования для количественного определения общего содержания йода в исследуемых растворах была проведена процедура валидационной оценки методики по следующим показателям: специфичность, линейность и аналитическая область методики, правильность и воспроизводимость. С этой целью, готовили модельные водные растворы натрия йодида в диапазоне 15-300 мг, что соответствует уровням концентраций в диапазоне от 70 до 130% от уровня возможной концентрации.

Сравнение зависимости массы йодида от количества электричества при электрогенерации бро-

ма имеет линейный характер в области исследованных концентраций (на уровне 6 концентраций) с коэффициентом корреляции 0,9996 (рис.1), что доказывает условие линейности и возможность количественного определения йодида в аналитической области предлагаемой методики.

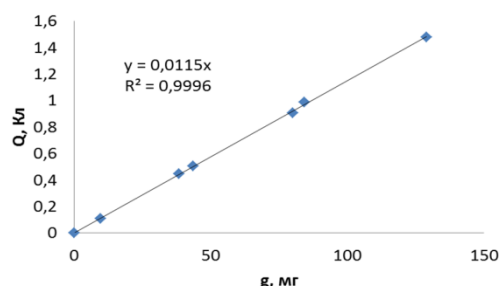


Рис. 1. Зависимость между содержанием йодида натрия (g, мг) и количеством электричества (QКл) для модельных растворов йодида натрия

Специфичность оценивалась по способу «введено-найдено» (табл. 1).

Таблица 1. Результаты кулонометрического определения концентрации NaI в модельных растворах (n=5, P=0,95)

Вещество	Введено g, мг/100 г	Найдено g, мг/100 г	S_r
Натрия йодид	12,00	12,07	0,019
	59,60	58,34	0,014
	184,9	184,5	0,009
	318,3	322,1	0,023

Правильность и воспроизводимость оценивались методом варьирования навесок на трёх уровнях концентрации с использованием трёх навесок на каждом уровне в сравнении с йодиметрическим титрованием.

Общее содержание иода в виде йодида в исследуемых растворах было оценено для образцов сушеных слоевищ ламинарии (4 разные серии производителя), фукуса, вакамэ и нори. Результаты исследования с метрологическими характеристиками приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты количественного определения содержания йодидов в исследованных растворах (n=4, P=0,95)

Водоросль	Содержание йодидов g, мг/100 г	S_r
Ламинария	394±2	0,013
	476±2	0,014
	587±5	0,021
	743±5	0,025
Фукус	181±2	0,014
Вакамэ	39,1±0,4	0,021
Нори	3,6±0,1	0,038

Полученные результаты по ламинарии подтверждают факт зависимости химического состава сушеных слоевищ от времени года сбора водорослей и географического места заготовки этого вида сырья.

Следует отметить, что содержание йодидов соответствует интервалу концентраций, полученными другими физико-химическими методами.

Заключение

Предложена методика количественного определения общего содержания йода в сухих слоевищах красных и бурых водорослей методом кулонометрического титрования, позволяющая получать надежные и воспроизводимые результаты.

Список литературы:

1. Корзун В.Н. Харчування в умовах широкомасштабної аварії та її наслідків / Корзун В.Н., Сагло В.І., Парац А.М. // Український медичний часопис. — 2002. № 6 (32). — С. 99 — 105.
2. Donald, W.M. Extrathyroidal Benefits of Iodine // Journal of American Physicians and Surgeons. — 2006. -Vol. 11(4) - P. 106-110.
3. Хотимченко С.А. Методи кількісного визначення йоду в харчових продуктах та продовольственому сиров'язі / Хотимченко С.А., Жукова Г.Ф., Савчик С.А. // Вопросы питания. - 2004. -№ 5. -С.42-48.
4. Зайцев В. Наукометричне дослідження публікацій за останні три десятиріччя з методів визначення різних форм йоду в об'єктах (огляд) / Зайцев В. М., Трохименко О. М. // Методи та об'єкти хімічного аналізу. — 2009. — Т. 4. - № 1. — С. 4 — 10.
5. Edmonds, J.S. The determination of iodine species in environmental and biological samples / J.S. Edmonds, M. Morita, // Pure Appl. Chem — 1998. - Vol.70. - P. 1567–1584.

ANALYSE OF IODINE CONTENT IN DRIED THALII OF BROWN AND RED SEAWEEDS BY COULOMETRIC TITRIMETRY

S.V. Nikitin, S.M. Gubsky, V.V. Evlash

The problem iod determination in brown and red seaweeds is discussed. The quantitative content of total iodine in dried thalii combu, nori, wakame and fucus has been determined by the method of coulometric titrimetry. The iodine content surveyed for nori was 3,6 mg/100g, for wakame 39.1 mg/100g, for fucus 181 mg/100 g and combu 394-743 mg/100 g.

Key words: iodine, coulometric titrometry, brown and red seaweeds

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОХІМІЇ:
ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО**

Збірник наукових праць

Наукові редактори Омельчук А.О., Сахненко М.Д.

Комп'ютерне верстання Глушкова М.О.

Дизайн обкладинки Єрмоленко А.К.

Підписано до друку 07.07.2015. Формат 60x84/16

Папір офсетний. Гарнітура «Таймс»

Ум.друк.арк. 33,96. Обл.-вид. арк. 26,9

Наклад 300 прим. Перший завод 150. Зам. № ZF 0337

Видавництво ТОВ «Смугаста типографія»

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи :

Серія ДК № 4863 від 12.03.2015 р.

61002, Україна, м. Харків, вул. Чернишевська, 28А

(057) 754-49-42

Надруковано у ТОВ «Смугаста типографія»

Україна, 61002, м. Харків, вул. Чернишевська, 28А