

УДК 543(0.75.8)
ГРНТИ 31.19.15

КАЧЕСТВЕННАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТ- И НИТРИТ- ИОНОВ В ПРОДУКТАХ РАСТЕНИЕВОДСТВА, ВОДЕ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Е.М. Гюльханданьян¹, В.М. Никольский², Е.С. Логинова²,
Д.А. Гусева²

¹Тверской казачий технологический институт
Кафедра химии, метрологии и стандартизации

²Тверской государственный университет
Кафедра неорганической и аналитической химии

Разработана технология изготовления индикаторной бумаги экспресс - анализа содержания нитратов и нитритов в продуктах растениеводства, воде, пищевых продуктах, сточных водах различных предприятий.

Ключевые слова: нитрат-ионы, нитрит-ионы, индикаторная бумага, экспресс-анализ.

Проблема токсичного накопления нитратного азота в пищевых продуктах и вредного воздействия его на организм человека на современном этапе является острой и актуальной.

Впервые заговорили о нитратах в нашей стране в 1970-х гг., когда в Узбекистане случилось несколько массовых желудочно-кишечных отравлений арбузами, из-за их чрезмерной подкормки аммиачной селитрой.

В мировой науке о нитратах знали ещё гораздо раньше. Сейчас общеизвестно, что нитрат-ионы обладают высокой токсичностью для человека и животных [1].

Нитрат-ионы под воздействием фермента нитратредуктазы восстанавливаются до нитрит-ионов, которые взаимодействуют с гемоглобином крови и окисляют в нём двух валентное железо в трех валентное. В результате образуется вещество метгемоглобин, который уже не способен переносить кислород. Поэтому нарушается нормальное дыхание клеток и тканей организма (тканевая гипоксия), в результате чего накапливается молочная кислота, холестерин и резко падает количество белка.

Особенно опасны нитрат-ионы для грудных детей, так как их ферментная основа несовершенна и восстановление метгемоглобина в гемоглобин идет медленно.

Нитрат-ионы способствуют развитию патогенной (вредной) кишечной микрофлоры, которая выделяет в организм человека ядовитые вещества (токсины), в результате чего может наблюдаться отравление организма.

Нитрат-ионы снижают содержание витаминов в пище, которые входят в состав многих ферментов, стимулируют действие гормонов, а через них влияют на все виды обмена веществ.

Установлено, что нитрат-ионы сильно влияют на возникновение раковых опухолей в желудочно-кишечном тракте у человека. Следует помнить, что вред наносят организму человека не сами нитрат-ионы, а их метаболиты: нитрит-ионы и нитрозосоединения, в которые они превращаются при определенных условиях [2]. В экспериментах на животных показано, что поступление нитритов с водой на уровне даже $1,0 \text{ мг/дм}^3$ (по NO_2^-) при определённых условиях может привести к образованию опухолей. Известно, что нитриты могут оказывать токсическое действие на организм млекопитающих практически на всех структурно-функциональных уровнях. Ранее токсикологи и гигиенисты рассматривали основные стадии превращений нитросоединений в виде триады: нитраты – нитриты – N-нитрозосоединения. Однако установлено, что в основе универсальных механизмов токсического действия нитритов лежит реакция превращения ионов NO_2^- в NO [3].

Основные источники нитрит- и нитрат-ионов в ненарушенных агроландшафтах – органическое вещество почвы, минерализация которого обеспечивает постоянное образование нитрит- и нитрат-ионов. Скорость минерализации органического вещества зависит от его состава, совокупности экологических факторов, степени и характера землепользования. Поэтому динамика нитрит- и нитрат-ионов в земных экосистемах определённым образом связана с малым биологическим круговоротом азота.

Сельскохозяйственное использование почвы приводит к уменьшению запасов органического азота. Убыль почвенного азота усиливается при проведении агротехнических мероприятий, стимулирующих, минерализацию органического вещества (севообороты с паром и с пропашными культурами, интенсивная обработка почвы, внесение повышенных доз минеральных удобрений). В этой связи роль почвенного азота в загрязнении природных вод нитрат-ионами и в накоплении растениями, по-видимому, более существенная, чем считалась до сих пор.

Антропогенные источники нитрит- и нитрат-ионов подразделяются на аграрные (минеральные и органические удобрения, животноводческое производство) и коммунально-бытовые.

Азотные удобрения представляют собой главный антропогенный источник азота, который по своим масштабам приближается к

биологической его фиксации на суше.

В России, как и в других странах мира, азотные удобрения в основном производят в виде концентратов. При этом из этого ассортимента наибольшее место занимают мочевины и аммиачная селитра. Преимущественно использование аммонийных и амидных форм азотных удобрений в земледелии не снижает опасность значительных потерь азота из почвы в силу нитрофикации аммонийного азота.

Отходы животноводческого производства, главным образом сточные воды и активный избыточный ил, отличаются высоким содержанием общего азота (38-150 мг/дм³), большая часть которого представлена органической и аммонийной формами.

Одной из важнейших тенденций развития современной аналитической химии является стремление к удешевлению и упрощению процедуры анализа в тех случаях, когда это возможно. К таким методам анализа можно отнести средства экспресс-контроля, среди которых и тест-методы, дающие возможность оценивать наличие нитратного азота во всех продуктах, потребляемых человеком как с пищей, так и с водой.

Индикаторная бумага для определения нитратов и нитритов рекомендуется для экспрессного определения содержания нитратов и нитритов в продуктах растениеводства, воде, пищевых продуктах, сточных водах различных предприятий [4].

Известные в литературе и применяемые в настоящее время составы для пропитки индикаторной бумаги обычно содержат канцерогенный реагент α -нафтиламин, индикаторная бумага не подлежит длительному хранению и сложна в изготовлении [5].

Предлагаемый состав для индикаторной бумаги не содержит канцерогенных реагентов и прост в изготовлении.

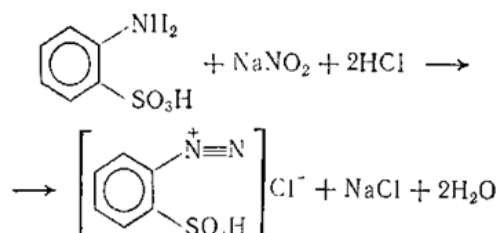
Индикаторная бумага изготавливается двух видов: для определения суммарного содержания нитратов и нитритов и для определения содержания нитритов. Диапазон определяемых концентраций по нитратам составляет 20–1000 мг/дм³ (мг/кг), по нитритам – 2,5–800 мг/дм³ (мг/кг). Срок хранения бумаги в плотно закрытой таре и тёмном месте более двух лет.

При изготовлении индикаторной бумаги для определения нитритов хроматографическую бумагу пропитывают водным раствором, состоящим из:

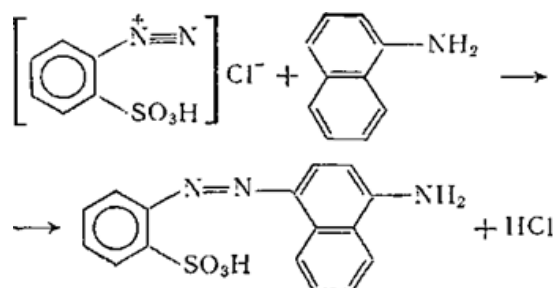
- сульфаниловой кислоты;
- 8-гидроксихинолина;
- лимонной или винной кислоты;
- сульфата никеля.

Бумагу просушивают в токе горячего воздуха до полного высыхания. Полученная бумага имеет жёлтую окраску. В присутствии нитритов цвет бумаги изменяется от оранжевого до кирпично-красного в зависимости от их содержания. Изменение окраски сопровождается реакциями диазотирования и азосочетания:

Реакция диазотирования



Реакция азосочетания



Нужно отметить, что не только приготовленный реактив для пропитки индикаторной бумаги необходимо хранить в холодильнике, но и саму реакцию следует проводить при температуре 5°C во избежание разложения соли диазония.

Экстрагирование окрашенного азосоединения с хроматографической бумаги позволяет оценивать присутствие нитрит-ионов не только качественно, но и количественно фотометрическим методом. На основании калибровочной кривой выведено расчётное уравнение определения содержания нитрит-ионов:

$$C = 0,55 \cdot (A - 0,15), \text{ моль/дм}^3,$$

где А – оптическая плотность раствора.

Нитрат-ионы после восстановления цинковой пылью количественно до нитрит-ионов можно обнаруживать качественно и количественно аналогичным образом.

Таким образом, разработана технология изготовления индикаторной бумаги экспресс-анализа содержания нитратов и

нитритов в продуктах растениеводства, воде, пищевых продуктах, сточных водах различных предприятий.

Список литературы

1. Соколов О. Н., Агаев В. Ю. Нитраты в окружающей среде. М.: 1990. 46 с.
2. Патент РФ № 2471718, опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1 «Способ удаления нитрит-ионов из водных растворов» / Никольский В.М., Морозов Е.Г.
3. Островская В. М. Вода индикаторные системы. М.: Мир, 2002. 265 с.
4. Золотов Ю. А., В. М. Иванов, В. Г. Амелин. Химические тест - методы анализа. М.: Едиториал, УКСС, 2002. 304 с.
5. ГОСТ 26929-94. Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. М.: Изд-во стандартов, 1996. 14 с.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE EVALUATION OF THE CONTENT OF NITRATE AND NITRITE IONS IN PLANT PRODUCTS, WATER AND FOOD

Е.М. Gylhandanyan¹, V.M. Nikolskiy², E.S. Loginova², D.A. Guseva²

¹Tver Cossack Institute of Technology
Department of Chemistry, Metrology and Standardization

²Tver State University
Department of Inorganic and Analytical Chemistry

The technology of manufacturing test paper rapid analysis of nitrate and nitrite in food crop production, water, food, waste water of various enterprises.

Keywords: *nitrate ions, nitrite ions, test paper, rapid analysis.*

Об авторах:

ГЮЛЬХАНДАНЬЯН Елена Михайловна – кандидат технических наук, доцент кафедры химии, метрологии и стандартизации Тверского казачьего технологического института, e-mail: elena-guy1@yandex.ru.

НИКОЛЬСКИЙ Виктор Михайлович – доктор химических наук, профессор кафедры неорганической и аналитической химии ТвГУ, e-mail: p000797@mail.ru.

ЛОГИНОВА Евгения Сергеевна – аспирант кафедры неорганической и аналитической химии ТвГУ, e-mail: jeniaver@inbox.ru.

ГУСЕВА Дарья Александровна – студентка 4 курса кафедры неорганической и аналитической химии ТвГУ, e-mail: Gyse93@mail.ru.

УДК 544.653.3
ГРНТИ 31.15.33

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ «НИКЕЛЬ (II), КОБАЛЬТ (II) – ЭРИОХРОМ ЧЁРНЫЙ Т»

Н.С. Абрамова, О.Е. Рувинский, Н.К. Стрижов

Кубанский государственный технологический университет
Кафедра химии, метрологии и стандартизации

Методом вольтамперометрии на ртутном капающем электроде изучены закономерности поверхностного комплексообразования и равновесия в приэлектродном слое систем «никель (II), кобальт (II) – эриохром чёрный Т». Найдены значения эффективных констант устойчивости комплексов никеля (II) и кобальта (II) с эриохромом чёрным Т. Изучены адсорбционные закономерности и кинетические характеристики электродного процесса. Изучено влияние различных факторов на каталитический ток систем «никель (II), кобальт (II) – эриохром чёрный Т». Предложен механизм развития электрокаталитического процесса в системах «никель (II), кобальт (II) – эриохром чёрный Т».

Ключевые слова: никель, кобальт, комплексообразование, равновесие, катализ, вольтамперометрия, полярография, заряд, потенциал, эриохром чёрный Т.

Как избыток, так и недостаток никеля (II) и кобальта (II) оказывают негативное воздействие на различные биологические объекты, в том числе и на человека. В настоящее время большое внимание уделяют разработке новых вольтамперометрических методик определения содержания ионов никеля (II) и кобальта (II) в объектах окружающей среды, позволяющих значительно повысить селективность, чувствительность, точность и воспроизводимость определений.

Перспективным с этой точки зрения представляется изучение комплексообразования ионов металла с гетероциклическими азосоединениями [1, с. 38; 2, с. 742]. Эриохром чёрный Т (ЭЧТ) способен не только адсорбироваться на электроде, но и образовывать устойчивые комплексные соединения, пригодные для вольтамперометрического определения ионов металлов [3, с. 521]. Однако особенности его электрохимического взаимодействия с ионами кобальта (II) и никеля (II) еще не достаточно изучены и представляют научный и практический интерес.