

Е.И. Хамзина

E.I. Khamzina

xei260296@mail.ru

М.А. Бухаринова

M.A. Bukharinova

m.a.bukharinova@usue.ru

ФГБОУ ВО Уральский государственный

экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

**ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРИТ-ИОНОВ В
ПРИРОДНЫХ ВОДАХ**

**VOLTAMPEROMETRIC DETERMINATION OF NITRITE IONS IN NATURAL
WATERS**

Аннотация: В статье рассматриваются основные источники загрязнения окружающей среды нитрит-ионами. Показана необходимость контроля за содержанием нитритов в объектах окружающей среды, так как нитрит-ионы относятся к токсичным веществам, способным нанести вред здоровью человека. Обсуждается разработка электрохимического сенсора для быстрого и точного определения нитрит-ионов в природных водах.

Abstract: The article discusses the main sources of environmental pollution with nitrite ions. The need for monitoring the nitrite content in environmental objects is shown, since nitrite ions are toxic substances that can harm human health. The development of an electrochemical sensor for the fast and accurate determination of nitrite ions in natural waters is discussed.

Ключевые слова: нитрит-ионы, сенсор, гибкий электропроводящий материал, поверхностно-активное вещество, электроанализ, воды.

Keywords: nitrite-ions, sensor, flexible electrically conductive material, surfactant, water, electroanalysis.

Нитриты – соли азотистой кислоты широко распространены в окружающей среде, в частности в водах. Существует много факторов, которые способствуют высокому содержанию нитритов в водах. Основная причина загрязнения вод нитритами связана с человеческой деятельностью. Источникам нитритов в воде являются плохая очистка стоков,

отходы животноводства, атмосферные выбросы производственных предприятий, а также азотсодержащие удобрения, вносимые для повышения урожайности. При вымывании таких удобрений из почвы, они попадают в реки, озера, моря и подземные воды. Перерабатывать нитрит-ионы способны микроорганизмы, однако, если уровень загрязнения воды превышает «установленные природой нормы», бактерии не могут справиться с этим избытком. Как известно, на повышенное содержание нитритов в воде большое влияние имеют сезонные колебания. Так, их наибольшая концентрация обнаруживается весной, когда вместе с талой водой в почву и подземные воды попадают продукты разложения. Зимой же присутствует незначительное количество нитрит ионов в воде, появляющихся исключительно естественным путем.

Так же как и в природных водах из скважин и родников, различные вредные примеси, в том числе нитрит-ионы, содержатся в питьевой и водопроводной воде. Кроме того, нитриты могут накапливаться в растительных продуктах с сельскохозяйственных полей и, таким образом, зачастую попадают в организм человека вместе с пищей. Нитрит натрия это одна из самых известных пищевых добавок E250, которая используется в качестве консерванта, для продления срока годности мясных и рыбных изделий, а также антиокислителя, для стабилизации окраски и улучшения внешнего вида продуктов.

Нитриты могут оказывать негативное влияние на здоровье человека, поэтому их относят к веществам второго класса опасности. Превышение предельно допустимых норм может вызывать серьезные проблемы в организме человека. Высокий уровень нитритов в кровеносной системе способствует расширению сосудов, заметному снижению способности крови переносить кислород путем необратимого превращения гемоглобина в метгемоглобин, содержание которого в крови свыше 20% приводит к развитию гипоксии [1, с. 15]. Кроме того, при воздействии белка в кислых средах, особенно в желудке, нитрит-ионы способны образовывать токсичные и канцерогенные N-нитрозосоединения, которые при продолжительном воздействии на организм способны вызвать возникновение раковых опухолей [2, с. 140, 4, с. 229]. В связи с этим содержание нитрит-ионов в питьевой воде нормировано СанПиНом 2.1.4.1074-01 и данными Всемирной организации здравоохранения и не должно превышать 3 мг/л [5]. Контроль содержания нитрит-ионов в продовольственном сырье, продуктах, биологических жидкостях, водах очень важен для защиты здоровья населения и поддержания чистоты окружающей среды.

Для оценки содержания нитрит-ионов используют различные физико-химические методы: спектрофотометрические, титриметрические, хроматографические,

электрохимические. Однако не все методы являются универсальными и имеют ряд недостатков. Так, хроматографические методы являются трудоемкими и сложными. Спектрофотометрические методы обладают достаточной чувствительностью, но требуют использования токсичных и/или канцерогенных реагентов [6, с. 52]. Среди многообразия существующих методов определения нитрит-ионов электрохимические методы являются преимущественными благодаря простоте использования, низкой стоимости, высокой чувствительности и селективности, а так же возможности проведения анализа в полевых условиях. Главным устройством в электрохимических методах определения является электрод. С целью улучшения сенсорных свойств электродов проводят модифицирование различными компонентами: углеродными наноматериалами, полимерными пленками, металлическими наночастицами и др.

В настоящем исследовании выбор модификатора основывался на ранее полученных нами результатах при изучении процесса электроокисления нитрит-ионов. Как было показано [3, с. 603], что модифицирование субстрата наночастицами золота не приводит к уменьшению перенапряжения, т.е. к облегчению электродного процесса или значительному увеличению сигнала окисления нитрит-ионов, а значит, улучшения аналитических характеристик в данном случае не следовало ожидать. Поэтому вместо наночастиц металлов в качестве модификатора было предложено использовать неионное поверхностно-активное вещество Triton X-100, способствующее увеличению гидрофильности субстрата. Модификатор наносили капельным способом на подложку из углеродной вуали, которая представляет собой гибкий волокнистый материал, обеспечивающий высокую электропроводность.

Оценены аналитические характеристика разработанного сенсора. Предел обнаружения составил 0,01 мкМ, диапазон линейности 0.2–100 мкМ. Установлено, что определению нитрит-ионов не мешает глюкоза, аскорбиновая и лимонная кислоты, FeCl_3 , CuSO_4 .

Разработанный электрод использован для определения нитрит-ионов в природных водах. Найденные значения содержания нитритов в реальных образцах не превышают допустимых, по СанПиН 2.1.4.1074-01. Правильность определения и отсутствие систематической погрешности была доказана близостью полученных результатов с результатами референтного спектрофотометрического метода.

К достоинствам разработанного сенсора стоит отнести высокую чувствительность и селективность определения нитрит-ионов, простую технологию изготовления, позволяющую при минимальных затратах быстро и в больших масштабах производить планарные гибкие

сенсоры, которые могут быть легко встроены в портативное оборудование и использоваться в носимых датчиках, что актуально для in-situ и on-site анализа.

Список литературы

1. *Amine, A. Palleschi G. Phosphate, nitrate, and sulfate biosensors / A. Amine // Analytical Letters.* – 2004. – Vol. 37. – P. 1–19.
2. *Barry, K. H. Ingested Nitrate and Nitrite and Bladder Cancer in New England / Barry K. H., Jones R. R., Cantor K. P. // Epidemiology.* – 2020. – Vol. 31. – P. 136–144.
3. *Mathematical modeling and experimental study of electrode processes / Brainina Kh. Z., Galperin L. G., Bukharinova M. A., Stozhko N. Yu. // Journal of Solid State Electrochemistry.* – 2015. – Vol. 19, № 2. – P. 599–606.
4. *Ksouri, R. Food components and diet habits: chief factors of cancer development / R. Ksouri // Food quality and safety.* – 2019. – Vol. 3. – P. 227–231.
5. *WHO. Nitrate and nitrite in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. WHO/HSE/AMR/07.01/16/Rev/1.* – Geneva : World Health Organization, 2016. – 43 p.
6. *Москалева, М. Л. Определение нитрит-иона методом вольтамперометрии на золотом микроэлектродном ансамбле / М. Л. Москалева, Г. Н. Носкова, Н. А. Колпакова // Известия Томского политехнического университета.* – 2011. – Т. 318, № 3. – С. 50–54.