



УДК 635.64

О.Р. Каратаев – кандидат технических наук, доцент

Тел.: 89047666221, e-mail: ooo_hsts@mail.ru

А.А. Лапин – кандидат химических наук, старший научный сотрудник

Е.С. Перикова – кандидат технических наук, доцент

В.Ф. Новиков – доктор химических наук, профессор

Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

АННОТАЦИЯ

При анализе окислительных свойств реактивов для дезинфекции воды был применен и усовершенствован метод кулонометрии с использованием серийного устройства и сертифицированной методики. Был проведен анализ хлорирующих агентов отечественных и иностранных изготовителей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: плавательные бассейны, реагенты для обеззараживания воды, окислительная активность, метод кулонометрии, электрогенерированный бром.

O.R. Karataev – candidate of technical sciences, associate professor

Tel.: 89047666221, e-mail: ooo_hsts@mail.ru

A.A. Lapin – candidate of chemical sciences, senior staff scientist

E.S. Perikova – candidate of technical sciences, associate professor

V.F. Novikov – doctor of chemical sciences, professor

Kazan State Energy University (KSPU)

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF EFFICIENCY OF REAGENTS FOR WATER DISINFECTING OF SWIMMING POOLS

ABSTRACT

For oxidant properties analysis of reagents for water disinfecting by a method of coulometry the new express method with the use of serial device and the certificated technique is developed. The analysis of domestic and foreign manufactured chlorinating preparations is carried out.

KEYWORDS: swimming pools, reagents for water disinfecting, oxidant properties, method of coulometry, electrogenerated bromine.

Санитарно-гигиеническое состояние воды в плавательных бассейнах обусловлено эффективной работой системы технологического водоснабжения. Несоблюдение технологических требований эксплуатации плавательных бассейнов может привести к риску возникновения заболеваний организма человека, в результате поражения слизистой оболочки органов дыхания, возникновения конъюнктивитов, эпидермофитии, аллергии, кожных и грибковых заболеваний [1].

В настоящее время для обеззараживания воды в плавательных бассейнах широко применяется процесс хлорирования, газообразным хлором или препаратами, содержащими активный хлор. Эффективность хлорирующих реагентов характеризуется лишь по содержанию активного хлора, что недостаточно для оценки окислительной активности по обеззараживанию воды [2].

Для оценки окислительной активности нами был разработан экспрессный метод анализа и проведены исследования хлорирующих реагентов для обеззараживания воды: «Хлорификс» (Германия), «Стабилизирующий хлор СТХ-250» (Испания), «Хлоритекс» (Россия) и бромлирующий реагент «Аквобром» (Германия).

Для определения окислительной активности (ОА) хлорирующих и бромлирующих реагентов в пересчете на российский стандартный образец рутин, мы разработали метод вычитания (рис. 1) по их реакции с избытком аскорбиновой кислоты [1].

Определение антиоксидантной активности (АОА) аскорбиновой кислоты проводили с использованием кулонометрического метода анализа с помощью электрогенерированных радикалов брома на серийном кулонометре «Эксперт-006-антиоксиданты» НПК «Эконикс-Эксперт» (г. Москва) по сертифицированной



Рис. 1. Алгоритм проведения анализа окислительно-восстановительной активности реагентов

методике [2-3]. Прибор калибровали раствором российского стандартного образца рутина. При кулонометрическом титровании образующиеся при электроокислении бромид-ионов на анодном электроде в кислых средах соединения брома и сам бром легко вступают в радикальные и окислительно-восстановительные реакции, а также в реакции электрофильного замещения и присоединения по кратным связям, что позволяет охватить широкий круг биологически активных веществ различной структуры, обладающих антиоксидантными свойствами. Поэтому электрогенерированный бром используется в качестве реагента для оценки суммарных антиоксидантных свойств различных объектов. Аскорбиновая кислота реагирует с электрогенерированным бромом и с хлорирующими реагентами образованием дегидроаскорбиновой и L-дикетогулоновой кислот (рис. 2).

Нами были проведены сравнительные экспериментальные исследования трех хлорирующих реагентов, широко используемых для дезинфекции воды в плавательных бассейнах: «Хлорификс» из натрий-дихлоризоцианурат-дигидрата (Германия), «Стабилизирующий хлор СТХ-250» (Испания) из трихлор-*s*-триазинэтрона, «Хлоритекс» на основе дихлоризоцианурата (Россия) и бромлирующий реагент «Аквабром» - натуральный дезинфектант, получаемый из морской воды (Германия).

Концентрация свободного хлора в хлорирующих препаратах составляет 50-55 %. В интервале pH от 3,5 до 5,5 соединения активного хлора образуют хлорноватистую кислоту и активный хлор.

Хлорноватистая кислота обладает уникальной способностью к образованию метастабильных оксидантов, обладающих антимикробным действием [4].

Хлорирование проводят путем растворения в воде хлорирующих реагентов в виде таблеток. При этом содержание свободного хлора в плавательных бассейнах поддерживается в пределах 0,5-0,6 мг/л.

Бром, как и хлор, являясь галогеном, прекрасно подходит для дезинфекции воды в плавательном бассейне. Он нейтрализует бактерии, вирусы и грибки и способствует удалению органических примесей из воды путем окисления. По сравнению с хлором бром имеет преимущества, он не имеет неприятного запаха, обладает более щадящим действием к кожным покровам и слизистым оболочкам глаз, обеспечивает

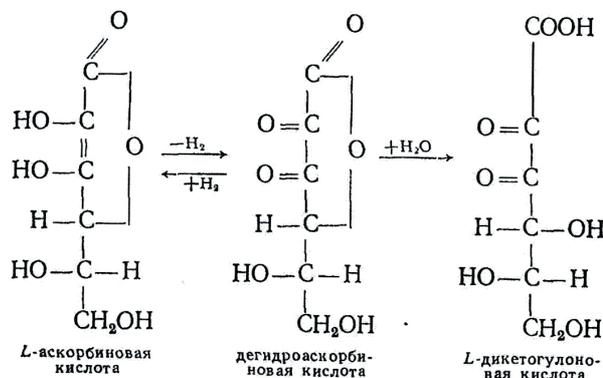


Рис. 2. Окисление аскорбиновой кислоты электрогенерированным бромом и хлорирующими реагентами



Таблица 1

Определение антиоксидантной активности аскорбиновой кислоты

№ анализа	Аскорбиновая кислота		S_x	S	E % отн.
	$C_{ак}$ % масс.	АОА ₀ г			
1	0,638	56,89 ± 1,62	0,010	0,18	2,85
2	0,683	56,45 ± 0,28	0,002	0,03	0,50
3	0,720	56,83 ± 0,37	0,003	0,04	0,65
Среднее значение*	0,680	56,69 ± 0,55	0,004	0,22	0,97
4	0,900	54,22 ± 0,33	0,006	0,33	0,62
5	0,670	57,64 ± 1,08	0,007	0,43	1,87
6	0,867	59,25 ± 0,47	0,006	0,37	0,79
Среднее значение**	0,812	57,04 ± 6,38	0,04	2,57	11,18

Примечание: * Кислота аскорбиновая ОАО «Фармацевтическая фабрика Санкт-Петербурга»,

** Кислота аскорбиновая ООО «Озон» г. Жигулевск

Таблица 2

Определение калибровочного коэффициента

Рос. стандарт. образец	X в мг рутина на 100 мл	t, сек	Q в кулонах на 100 мл	S_x	S	E % отн.	K_R мг рутина на 1 кулон
Рутин	50,9	4,27 ± 0,10	113,71 ± 2,67	0,009	1,08	2,35	0,45

оптимальный уровень надежности дезинфекции воды, благодаря устойчивости к высоким значениям pH. Например, при значении pH, равном 8,0, эффективность дезинфицирующего действия брома составляет 87 % (для сравнения: у хлора – только 33 %). Медленно растворимые таблетки «Аквабром» хорошо дозируются с помощью броматора, не содержат извести, имеют нейтральную реакцию и подходят для любой воды, их рекомендуют применять в гидромассажных бассейнах.

По результатам кулонометрического титрования рассчитывали суммарное содержание антиоксидантов (АО) в исследуемом образце – АОА₀ в г рутина на 100 г образца.

К навескам аскорбиновой кислоты, взятым с точностью до 0.0001 г, добавлялось 50 мл артезианской водопроводной воды, взятой с точностью до 0.001 мл. После полного растворения растворы исследовались. Рабочий ток кулонометра I – 53.3 мА. Диапазон измерения – 100, t – время анализа в секундах, $V_{аликвоты}$ – 100 мкл.

АОА₀ рассчитывалась по формуле:

$$АОА_0 = 0,1 \cdot K_R \cdot t \cdot I / C_{ак} \quad (1)$$

Данные по анализу использованных нами образцов аскорбиновой кислоты приведены в таблице 1.

K_R рассчитывали как отношение концентрации рутина в спиртовом растворе стандарта (PCO рутин) к среднему значению Q, данные по расчету коэффициента K_R приведены в таблице 2. Содержание стандарта 50.9 мг на 100 мл спиртового раствора.

АОА в кулонах (Q) рассчитывается по формуле:

$$Q = 0.5 \cdot t \cdot I \quad (2)$$

Для определения АО хлорирующих и бромлирующих реагентов к навеске аскорбиновой кислоты добавлялась навеска исследуемого реагента, взятого с точностью до 0.0001 г. Затем в смесь добавлялось 50 мл артезианской водопроводной воды с pH 7.09, взятой с точностью до 0.001 мл. Определение АОА_{ост} непрореагировавшего остатка аскорбиновой кислоты проводили после полного растворения образцов. Рабочий ток кулонометра I – 53.3 мА. Диапазон измерения – 100, $V_{аликвоты}$ – 100 мкл.

ОА в г рутина на 100 г образца рассчитывалась по формулам:

$$ОА = 100(0,5669 \cdot C_{ак} - 0,001 \cdot АОА_{ост}) / C_{ха} \quad (3)$$

$$ОА = 100(0,5704 \cdot C_{ак} - 0,001 \cdot АОА_{ост}) / C_{ха} \quad (4)$$



Определение оксидантной активности хлорирующего и бромлирующего реагентов

Хлорирующий реагент	ОА рутина/ 100 г реагента	S_x	S	E % отн.
Хлорификс*	$62,50 \pm 1,27$	0,008	0,51	2,03
СТХ-250*	$61,21 \pm 1,14$	0,007	0,46	1,86
Хлоритекс**	$47,61 \pm 0,74$	0,006	0,30	1,55
Аквабром**	$73,35 \pm 1,24$	0,007	0,50	1,69

Примечание: * Данные рассчитаны по формуле (4), ** по (3).

Усредненные данные испытанных хлорирующих и бромлирующих реагентов приведены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 следует, что самый активный хлорирующий реагент – «Хлорификс» (Германия), низкую активность (на 24 % отн.) проявил реагент «Хлоритекс» российского производства, поэтому у него и наблюдается более слабое выделение хлора в окружающую среду [4]. Самую высокую активность проявил реагент «Аквабром», на 17.36 % отн. выше хлорирующего реагента «Хлорификс».

Выводы:

Разработан новый экспрессный метод анализа оксидантных свойств хлорирующих и бромлирующих реагентов для обеззараживания воды кулонометрическим методом с использованием серийного прибора и сертифицированной методики. Проведен анализ хлорирующих реагентов отечественного и зарубежного производства. При этом применение реагента «Аквабром» более предпочтительно, так как он обладает наиболее высокой оксидантной активностью, что указывает на его хорошие окисляющие и дезинфицирующие свойства.

Литература

1. Перикова Е.С. Совершенствование методов определения летучих поллютантов, мигрирующих в окружающую природную среду при эксплуатации объектов культурно-бытового назначения // Автореферат канд. дисс. – Казань: КГЭУ, 2008. – 22 с.
2. Лапин А.А. Суммарная антиоксидантная активность // Методика выполнения измерений на кулонометрическом анализаторе. МВИ 01-44538054-07. Жердевка, Тамбовской обл., ООО «Концерн»ОИТ», 2007. – 18 с. Свидетельство об аттестации МВИ № 4, выданное федеральным государственным учреждением «Тамбовский центр стандартизации, метрологии и сертификации».
3. Жарикова О.А., Лапин А.А. Суммарная антиоксидантная и оксидантная активность // Методика выполнения измерений на кулонометрическом анализаторе. МВИ 006-52722949-09. Москва, ООО «Эжоникс-Эксперт». – Казань, КГЭУ, 2008. – 33 с.
4. Каратаев О.Р. Сравнительная оценка хлорирующих препаратов при обработке воды плавательных бассейнов // Известия КазГАСУ, 2009, №1(11). – С. 221-225.
5. Иксанова Т.И., Малышева А.Г., Растянкин Е.Г., Егорова Н.А., Красовский Г.Н., Николаев М.Г. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды // «Гигиена и санитария», 2006, № 2. – С. 8-11.