



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

Гулевич Юлия Андреевна

Исследование бром – содержащих соединений питьевых минеральных вод
Приморского края

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по основной образовательной программе подготовки бакалавров
по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сы-
рья
профиль Технология бродильных производств и виноделие

г. Владивосток
2018

Автор работы студент гр. Б 7403

Вар
подпись

«__» _____ 2018 г.

Руководитель ВКР

доц. К. В. Ч
(должность, ученое звание)

В
(подпись)

Срутинский И. В.
(ФИО)

«__» _____ 2018 г.

Защищена в ГЭК с оценкой

Секретарь ГЭК

подпись

И.О. Фамилия

«__» _____ 2018 г.

«Допустить к защите»

Директор ДПНИТ

профессор
(ученое звание)

_____ (подпись)

Ю. В. Приходько
(ФИО)

«__» _____ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ

Ю. С. Хотимченко / _____ /
Ф.И.О. Подпись

Директор Школы биомедицины

«__» _____ 2018 г.

В материалах данной выпускной квалификационной работы не содержатся сведения, составляющие государственную тайну, и сведения, подлежащие экспортному контролю.

Ю. С. Хотимченко / _____ /
Ф.И.О. Подпись

Уполномоченный по экспортному контролю

«__» _____ 2018 г.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

студенту (ке) Гулевич Юлии Андреевне группы Б7403
(фамилия, имя, отчество)

на тему Исследование бром – содержащих соединений питьевых минеральных вод
Приморского края.

Вопросы, подлежащие разработке (исследованию):

1. Обобщить информацию о содержании брома в природных минеральных водах;
2. Изучить влияние озонирования на бромсодержащие минеральные воды;
3. Отработать метод определения бромид-ионов в природных и минеральных водах;
4. Определить наличие бромид-ионов в некоторых образцах минеральных природных вод приморского месторождения.

Основные источники информации и прочее, используемые для разработки темы:

1. Миллотин, М. А. Кавказские Минеральные Вод / М. А. Миллотин. - М. Ставропольское книжное издательство, 2014. - 276 с.;
2. Семенов, А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / А. Д. Семенов. – М.: Гидрометеоздат, 2001. – 541 с;
3. ГОСТ 17.1.4.01-80. Библиографическая запись. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. – М.: ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2010.

Срок представления работы « 22 » июня 2018 г.

Дата выдачи задания « 04 » декабря 2018 г.

Руководитель ВКР доц., к.б.н Н.Э. Струпикуль
(должность, уч.звание) (подпись) (и.о.ф)

Задание получил Ю.А. Гулевич
(подпись) (и.о.ф)



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

Г Р А Ф И К

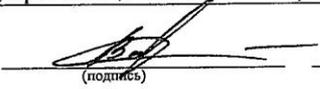
подготовки и оформления выпускной квалификационной работы

студенту (ки) Гулевич Ю.А. группы Б7403
(фамилия, имя, отчество)

на тему Исследование бром – содержащих соединений питьевых минеральных вод Приморского края.

№ п/п	Выполняемые работы и мероприятия	Срок выполнения	Отметка о выполнении
1	Выбор темы и согласование с руководителем	04.12.2017	
2	Составление плана работы. Подбор первичного материала, его изучение и обработка. Составление предварительной библиографии	11.12.2017	
3	Разработка и представление руководителю первой части работы	29.01.2018	
4	Составление задания на преддипломную практику и сбору материала для выполнения ВКР	23.04.2018	
5	Разработка и представление руководителю второй части работы	14.05.2018	
6	Разработка и представление руководителю третьей части работы	28.05.2018	
7	Подготовка и согласование с руководителем выводов, введения и заключения. Подготовка презентации работы	04.06.2018	
8	Доработка ВКР в соответствии с замечаниями руководителя	11.06.2018	
9	Первая проверка ВКР в системе «Антиплагиат»	19.06.2018	
10	Исправление возможных фрагментов плагиата	19.06.2018	
11	Предзащита ВКР	20.06.2018	
12	Доработка ВКР в соответствии с замечаниями, высказанными на предзащите	21.06.2018	
13	Вторая проверка ВКР в системе «Антиплагиат» и представление руководителю на проверку для получения отзыва	22.06.2018	
14	Загрузка ВКР в ЭБС	23.06.2018	
15	Завершение подготовки к защите (доклад, раздаточный материал, презентация в Power Point)	25.06.2018	

Студент


(подпись)

Ю.А. Гулевич
(и.о.фамилия)

« » 20 г.

Руководитель ВКР

доц., к.б.н
(должность, уч.звание)


(подпись)

Н.Э. Струпуль
(и.о.ф)

« » 20 г.

Содержание

Введение.....	6
1 Литературный обзор	8
1.1 Содержание брома в природных минеральных водах.....	8
1.2 Озонирование минеральных вод и влияние озона на бром-содержащие воды	10
1.3 Технологические особенности озонирования воды	12
1.4 Способы определения брома в природных водах.....	18
Выводы	20
Список литературы	21

Введение

Одним из ценных минеральных запасов Приморского края являются природные минеральные воды, которые используются как для лечебных целей, так и в качестве напитков. Основным принципом технологии розлива минеральных вод является сохранение постоянства их газово-солевого состава и обеспечение безопасности, в том числе микробиологической чистоты. Последние годы основным методом обеззараживания бутилированной воды является озонирование. Применение современных передовых технологий производства озона позволяют создавать малогабаритные, надежные, высокопроизводительные и легкие в наладке и обслуживании отечественные системы озонирования воды, снабжённые датчиками электронного контроля и системами регулирования [1].

По всем критериям — удобству обработки, отсутствию исходных и конечных токсичных продуктов озонирования, экономическим параметрам и т.д. — этот способ имеет преимущество перед другими методами обработки питьевых вод и, начиная с семидесятых годов XX столетия, интенсивно развивался в странах Западной Европы и Северной Америки [2].

Однако в начале девяностых годов было обнаружено, что в результате озонирования вод, содержащих бромиды, образуются броматы, канцерогенные свойства которых были установлены в конце восьмидесятых годов. Так как озонирование питьевых и, в особенности, бутилированных вод к настоящему времени стало одним из самых распространенных методов обработки, обнаружение броматов является первостепенной задачей.

Дальний Восток является признанной провинцией минеральных вод преимущественно атмосферно-инфильтрационного генеза. Однако встречаются также воды смешанного типа, образовавшиеся с участием вод седиментационной природы, т.е. морского происхождения. Это предполагает возможность нахождения в Дальневосточных минеральных водах ионов брома, что совершенно недопустимо для вод, подвергающихся озонированию при розливе. Од-

нако требования нормативной документации к бутилированным минеральным водам не включают этот показатель.

Это подтверждает необходимость мониторинга приморских природных минеральных вод на содержание брома и введения этого показателя в число обязательных при сертификации и контроле качества минеральной воды, подвергаемой озонированию.

Цель работы:

Определить наличие бромат- ионов в минеральных водах Приморского края.

Задачи

1. Обобщить информацию о содержании брома в природных минеральных водах.
2. Изучить влияние озонирования на бромсодержащие минеральные воды
3. Отработать метод определения бромид-ионов в природных и минеральных водах.
4. Определить наличие бромид-ионов в некоторых образцах минеральных природных вод приморского месторождения.

1 Литературный обзор

1.1 Содержание брома в природных минеральных водах

Бром открыт в 1825 г. французским химиком А.Ж. Баларом при изучении рассолов средиземноморских соляных промыслов, назван от греческого *bromos* – зловонный. Важно, что при растворении в воде бром частично реагирует с ней с образованием бромистоводородной кислоты и неустойчивой бромноватистой кислоты [3].

В природе бром присутствует главным образом в виде ионов, которые путешествуют вместе с грунтовыми водами. Бромистые соли натрия, калия и магния встречаются в отложениях хлористых солей, а также в калийных солях — сильвине и карналлите, тем самым во многом обуславливая седативный эффект сплеотерапии в галитовых (соляных), сильвинитовых и карстовых пещерах, а также в гало- и спелеокамерах. Стоит отметить, что благодаря хорошей растворимости в воде бромистые соли накапливаются в морской воде (0,065%), рапе соляных озер (до 0,2%) и подземных рассолах связанных с соляными и нефтяными месторождениями (до 0,1%). Море – главный поставщик брома. Каждый год вместе с морской водой в воздух переходит около 4 миллионов тонн брома, а содержание этого элемента в воздухе приморских районов всегда больше, чем в континентальных районах [4].

Воды, содержащие бром представляют одну из важных групп минеральных вод, используемых для бальнеологических целей в нашей стране и за рубежом (Чехия, Словакия, США и Германия). Подземные воды с высокими концентрациями содержания брома (около 300–500 мг/дм³) широко распространены в Азово - Кубанском, Московском, Волго-Камском и других артезианских бассейнах, к тому же могут рассматриваться как промышленные воды. Критерий содержания брома в минеральных питьевых водах установлен IV гидрогеологическим курортным совещанием в 1930 г. на уровне – 25 мг/дм³ [5, 6].

Йодобромистые минеральные воды – это минеральные воды, содержащие не менее 5 мг/дм³ йода и не менее 25 мг/дм³ брома. Зачастую йод и бром присутствуют в хлоридных натриевых (соляных) водах [6]. В зависимости от преобладания йодидов или бромидов эти воды могут быть йод-бромистыми, бром-йодистыми, бромистыми или йодистыми. В современных литературных источниках по бальнеологии, как правило употребляются термины: бромные, йодные, бром-йодные и йодобромные воды.

Одной из ценных бромистых вод является Старорусский тип вод, с содержанием брома 25—120 мг/дм³. Важно отметить, что название дано в честь одного из старейших курортов России — Старая Русса Новгородской области. Рекордно высокое содержание брома составляет 320—330 мг/дм³ в рапе РНЦ «Орбита-2», выведенной на поверхность скважиной с глубины 1030 м. И это крепкий бромистый (содержание брома 320–330 мг/дм³) хлоридно-натриевый рассол «Московского моря» с минерализацией 115—120 г/дм³, используемый для бассейнов и ванн с добавлением пресной воды [7].

Йодо-бромные минеральные воды и рассолы в гидрохимическом отношении характеризуются хлоридным кальциево-натриевым составом с минерализацией от 17,5 до 139 г/дм³. Содержание брома колеблется от 35 до 250 мг/дм³, йода от 1,0 до 5,4 мг/дм³. Бром-йодное отношение является ожидаемо стабильным и варьирует по отдельным анализам в пределах (от 12 до 56), что говорит о синхронном накоплении этих элементов.

Довольно длительное время механизм действия препаратов брома оставался неизвестным, и считалось, что бромиды уменьшают возбудимость, действуя аналогично снотворным. Только в 1910г. один из учеников И.П. Павлова П.М, а именно Никифоровский экспериментально показал, что бромиды усиливают процессы торможения в центральной нервной системе. Бром оказывает важное действие на центральную нервную систему, одна из важных его способностей вытеснять хлор и накапливаться в липидной части мембран клеток головного мозга, активизируя при этом мембранные ферменты [8, 9]. Существует важная информация о метаболизме и физиологическом действии брома.

Установлено, что бром оказывает влияние на железы внутренней секреции — щитовидную железу, гипофиз, надпочечники. Также он является конкурентом йода, угнетая захват йода щитовидной железой. Выявлено, что бромиды обладают антикоагулянтными свойствами, угнетают основной обмен, понижают уровень сахара в крови, при передозировке вызывают раковые заболевания, лейкопению, анемию и тромбоцитопению[10].

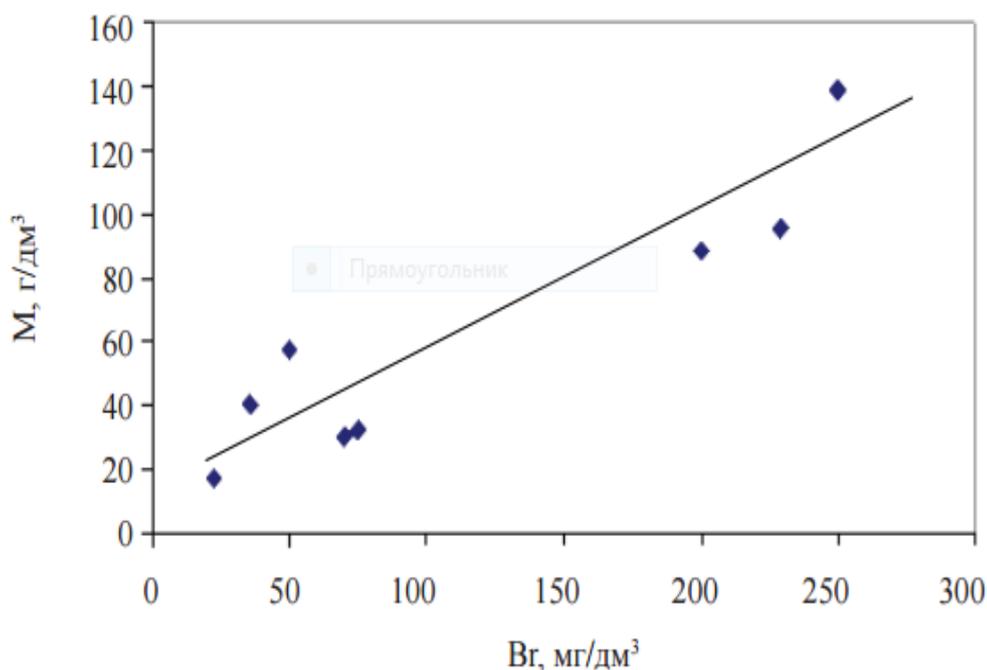


Рисунок 1 - График зависимости содержания брома в подземных водах от минерализации [11]

1.2 Озонирование минеральных вод и влияние озона на бром-содержащие воды

Озон – (от древнегреческого слова - пахнущий) – газ голубоватого цвета с резким запахом, владеющий сильными окислительными свойствами. Также озон – это аллотропная модификация кислорода. Его химическая формула – O_3 . В различных литературных источниках отмечается, что плотность озона в 2,5 раза больше плотности двухатомного кислорода. Используют его в целях дезинфекции воды и воздуха.

Озонирование – это такой метод очистки воды, который основывается на применение газа озона (таблица 1).

В процессе очистки воды с использованием данного газа есть ряд преимуществ:

1. Уничтожаются намного быстрее все виды микроорганизмов, когда другие дезинфекторы выполняют эту задачу намного дольше. В природе не существует таких видов микроорганизмов, которые со временем могли бы стать устойчивыми к озону;
2. Озон действует очень быстро, в течение 2 секунд;
3. Под воздействием данного вещества уничтожаются полностью все микроорганизмы – водоросли и их споры, бактерии, вирусы, цисты простейших;
4. Остаточный газ имеет отличительное свойство - это быстрое превращение в кислород;
5. Происходит удаление некоторых из привкусов и запахов, которые некоторые люди могут считать неприятными;
6. В озонированной минеральной воде не отсутствуют неприятные вкусовые качества и запахи;
7. В процессе обработки не изменяется кислотность воды;
8. Необходимые вещества для человека остаются в воде;

Озонировать воду возможно лишь на месте, так как данное вещество невозможно транспортировать и хранить. Для того чтобы его произвести необходимо присутствие свободного газообразного кислорода [12].

Таблица 1 - Характеристики озонирования воды

Параметры	Озонирование воды
Концентрация свободного остаточного реагента	не более 0,3 мг/л
Значение pH	до 7,5

Продолжение таблицы 1

Параметры	Озонирование воды
Мутность	до 7 мг/л
Время контакта реагента с водой	до 5 минут
Уничтожение <i>E. coli</i>	до 100%
Уничтожение вирусов	до 100%
Уничтожение спор, цист и ооцист, паразитирующих простейших	до 100%
Комплексный показатель токсичности и мутагенной активности	уменьшение в 2,5 раза
Органические соединения	разрушение органического углерода, в т.ч. хлорорганических соединений
Растворенный кислород	увеличение до 100%
Ионы металлов: Fe, Mn, Al, Pb, Hg и др.	окисляются до 90%

1.3 Технологические особенности озонирования воды

Метод озонирования технически сложен и требует значительно больших расходов электроэнергии, а также использования сложной аппаратуры для которой необходимо высококвалифицированное обслуживание. Учитываются некоторые особенности озонирования. Прежде всего важно помнить о быстром разрушении озона, то есть отсутствии такого длительного действия, как например у хлора. Озонирование может вызвать (в большой степени у высокоцветных вод, а также вод с большим количеством «органики») образование дополни-

тельных осадков, поэтому следует предусматривать после озонирования воды процесс фильтрования, применяя активный уголь.

В результате озонирования образуются побочные продукты:

1. Кетоны;
2. Альдегиды;
3. Органические кислоты;
4. Броматы (в присутствии бромидов);
5. Пероксиды и другие соединения;
6. При воздействии на гуминовые кислоты, где есть ароматические соединения фенольного типа, может появиться и фенол.

Определенные вещества особенно стойки к озону. Данный недостаток преодолевается введением в воду перекиси водорода по технологии фирмы «Дегремон» (Франция) в трехкамерном реакторе [12, 13].

pH озонированной воды колеблется от 7,5 до 9. Вода с такими условиями идеальна для питья.

Важно уточнить, что озон подают в обрабатываемую воду барботированием через насадки с мелкими порами, или же с помощью специальных инжекторов. Идеальный размер пузырьков при барботировании — менее 2 микрон, что увеличивает скорость растворения озона. А в связи с данным условием важное значение имеет давление, под которым озон подают в барботер, вследствие с повышением давления пузырьки становятся гораздо меньше.

Данное вещество может менять поверхностный заряд коллоидных частиц и это приводит к их коагуляции. Также озон стимулирует флотационные процессы, приводящие к тому, что после обработки вод озонем, из-за образования осадков снова могут потребоваться физические методы очистки (фильтрование или отстаивание).

На сегодняшний день доступны озонаторы различных моделей, которые способны производить от граммов до 50 кг и выше озона в час. [14].

Образование озона — это такая эндотермическая реакция, которая требует затраты в количестве 68800 кал/моль.[15]. Современные озонаторы произво-

дят на кВт/час 0.25-1.8 грамм озона с использованием воздуха, а при применении кислорода 15-25грамм. Стоимость озона не превышает 3.5\$ за килограмм с учетом всех эксплуатационных расходов, что является меньше, чем при использовании такого вещества, как хлор.

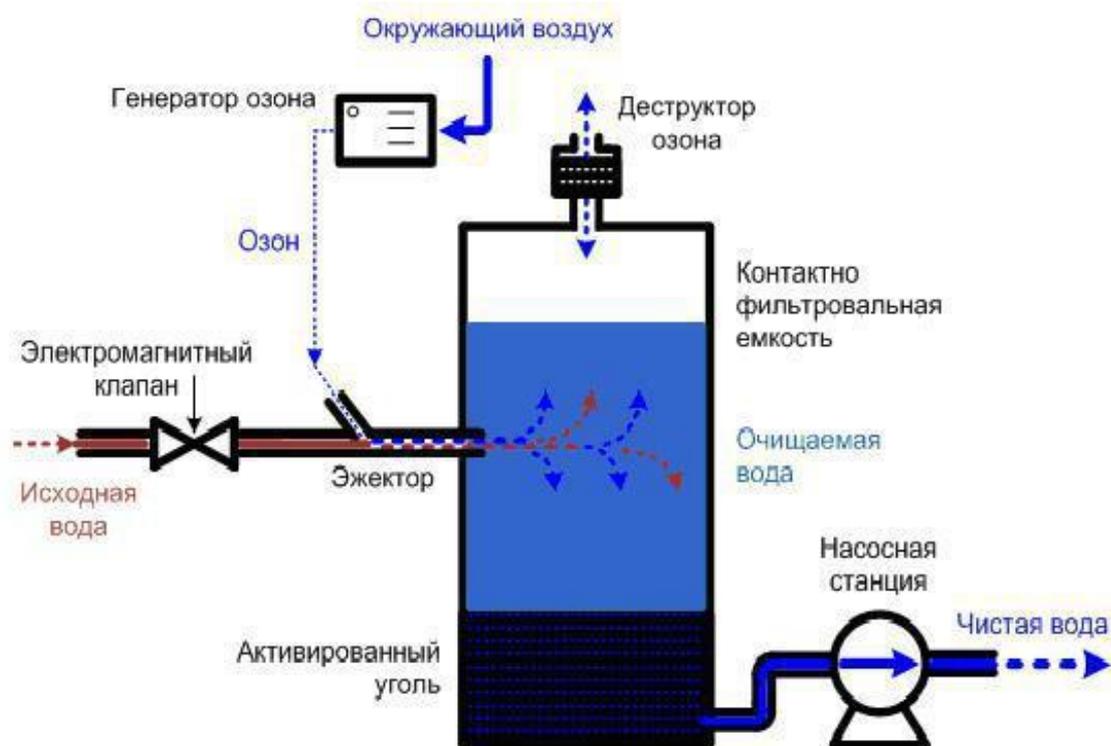


Рисунок 2 - Принципиальная схема озонатора воды

Применение современных передовых технологий производства озона позволяют создавать малогабаритные, надежные, высокопроизводительные и легкие в наладке и обслуживании отечественные системы озонирования воды, снабжённые специализированными датчиками электронного контроля, а также системами регулирования (рис. 3).

По различным критериям: удобству обработки, отсутствию исходных и конечных токсичных продуктов озонирования, экономическим параметрам и другим — данный способ имеет преимущество перед другими методами обработки питьевых вод. Озонирование начиная с семидесятых годов XX столетия, интенсивно развивалось в странах Западной Европы и Северной Америки.

Но в начале девяностых годов было обнаружено, что в результате озонирования вод, содержащих бромиды, образуются броматы, канцерогенные свой-

ства которых были установлены уже в конце восьмидесятых годов [16,17, 18, 19, 20].

Так как озонирование питьевых и, в особенности, бутилированных вод к этому времени стало одним из стремительно развивающихся методов обработки, обнаружение броматов послужило причиной появления огромного количества работ, среди которых практически нет отечественных [4].

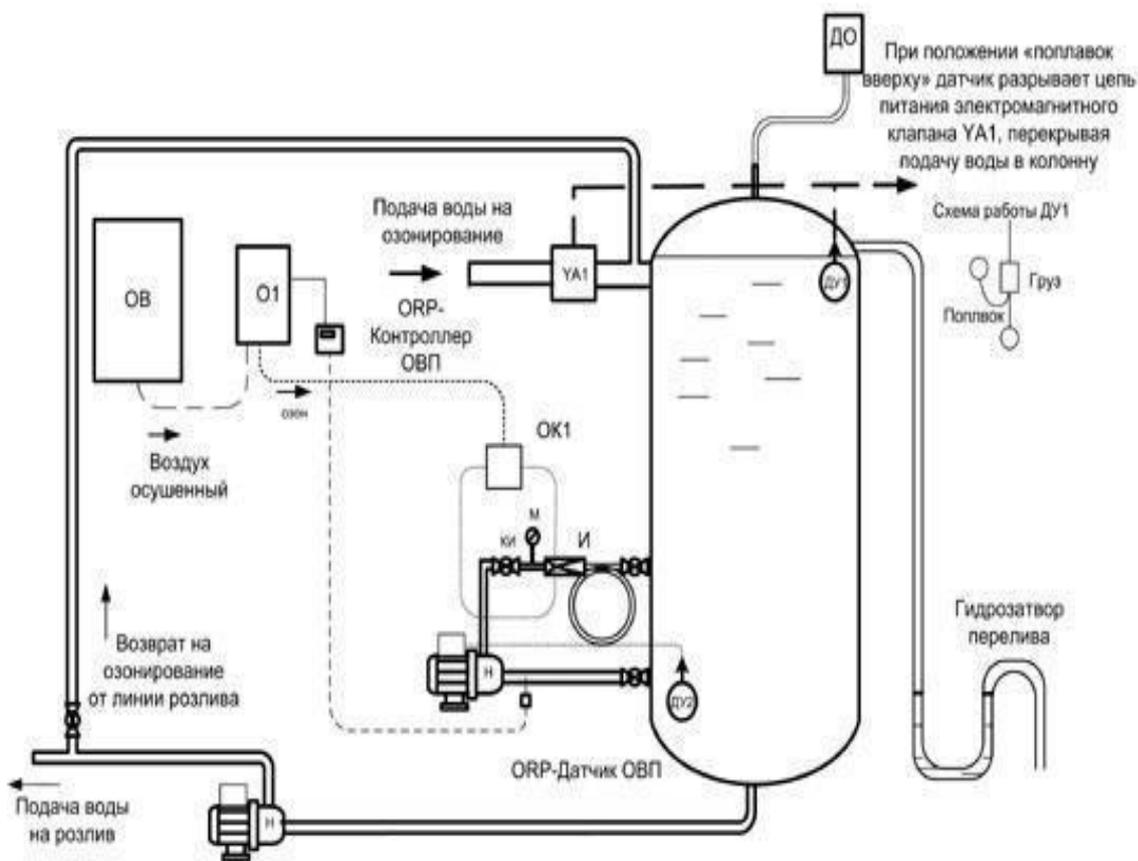
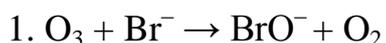


Рисунок 3 - Принципиальная схема системы озонирования воды.

ОВ –осушитель воздуха; О1 – озонатор; ДУ1, ДУ2 – датчики уровня; ДО – деструктор озона; Н – насос; ОК1 – обратный клапан магистрали озона; М – манометр; И – инжектор; YA1 – электромагнитный клапан.

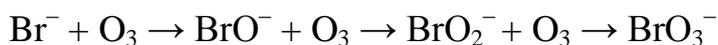
Ранее было принято считать, что образование броматов происходит по следующей, предложенной схеме [18]:



2. $O_3 + BrO^- \rightarrow 2O_2 + Br^-$
3. $O_3 + BrO^- \rightarrow BrO_2^- + O_2$
4. $O_3 + BrO_2^- \rightarrow BrO_3^- + O_2$
5. $HBrO \leftrightarrow H^+ + BrO^-$

Однако позднее было доказано, что образование броматов происходит по трем путям[19]:

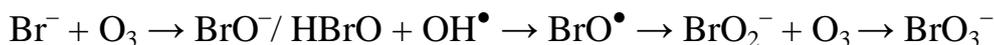
➤ Первый путь — взаимодействие бромид-иона непосредственно с молекулой озона.



➤ Второй механизм — взаимодействие бромид-иона с радикалом гидроксила и последующее взаимодействие с озоном



➤ Третий механизм — взаимодействие бромид-иона с озоном и последующее взаимодействие радикалом гидроксила.



Важно отметить, что по данным механизмам реакция идет лишь в идеальном случае.

Присутствие ионов аммония и гидрокарбоната, как и присутствие «натуральных органических веществ», способствует образованию бромата.

Проблема осложнена так, что система бромид - бромат является одной из составляющих «колебательных» реакций Белоусова-Жаботинского [21, 22, 23, 24], которые очень трудны для описания и, следовательно, для прогнозирования.

Интерес к данным реакциям возобновился с широким внедрением в практику различных химических лабораторий, персональных компьютеров и современных методов вычислительной математики. Первые сведения об этих реакциях описывали системы с лимонной кислотой и церием. В последние годы сообщают о колебательных химических системах с разными оксикислотами и различными неорганическими компонентами. Однако неперенной составляющей колебательной реакции является система бромид - бромат.

Все это говорит о том, что предсказать ход реакции озонирования в присутствии органических веществ, когда возможно образование оксикислот, и в присутствии бромидов в общем случае нельзя, так как каждую химическую систему необходимо исследовать отдельно.

Спустя некоторое время было обнаружено, что токсичные продукты образуются в присутствии бромидов и при хлорировании вод в присутствии органических загрязнений, то есть отказ от озонирования не приводит к упрощению проблемы [4, 25, 26].

Исходя из выше написанного в последние годы много работ посвящено исследованию образования побочных продуктов при дезинфекции вод различными реагентами и развитию методов анализа анионов, в частности, бромидов и броматов [4]. Так как методы анализа достаточно сложны и присутствующие в водах органические вещества могут оказывать мешающее влияние, то исследуют различные модификации методов обработки вод озоном с целью снижения образования броматов и других побочных продуктов [27, 28, 29].

Для определения побочных продуктов дезинфекции в основном применяют масс-спектрометрию, аппаратурно связанную с различными методами пробоподготовки [30, 31]. Несмотря на то, что интенсивные исследования продолжают все последние годы публикуют данные о новых побочных продуктах дезинфекции и даже для такого хорошо исследованного вещества, как хлор, учитывая что хлорирование минеральных вод давно было запрещено [4].

Для анализа анионов применяют метод ионной хроматографии с кондуктометрическим датчиком. Этот метод не позволяет определять менее 20 мкг/дм³ броматов, то есть в данном случае обладает слишком низкой чувствительностью, так как предельно допустимая концентрация броматов в питьевых водах составляет всего 3-10 мкг/дм³. Анализ минеральных вод еще более сложен из-за мешающего влияния других присутствующих анионов. Для контроля броматов в питьевых водах используют самые современные методы анализа, в которых предварительным этапом служит капиллярный электрофорез или ионная хроматография, а детектором часто служит масс-спектрометр. В определенных

случаях в качестве методов ионизации, при этом используя индуктивно-связанную плазму. В последние годы начинают развиваться методы лазерной спектроскопии [32, 33, 34].

Так как для образования предельно допустимой концентрации (ПДК) броматов (10 мкг/дм^3) достаточно около 5 мкг/дм^3 бромидов, проблемы могут возникнуть даже при обработке маломинерализованных поверхностных и подземных питьевых вод, когда вследствие тех или иных причин могут содержаться бромиды. Исходя из этого, по данным [28] в питьевых водах США содержание бромида может достигать 100 мкг/дм^3 .

Эта проблема усугубляется для минеральных вод, которые очень часто содержат гидрокарбонаты.

Важно, что при исследовании процессов озонирования минеральных вод с целью удаления из них нефтепродуктов и других нежелательных компонентов необходимо учитывать их состав, а также минерализацию.

1.4 Способы определения брома в природных водах

Определение брома в природных водах осуществляется в соответствии с ГОСТ 23268.15-78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения бромид-ионов».

Настоящий стандарт распространяется на лечебные, лечебно-столовые и природные столовые питьевые минеральные воды, устанавливая тем самым колориметрический и йодометрический методы для определения бромид-ионов.

1. Метод отбора проб

Отбор проб минеральной питьевой воды из цистерны производят посредством штуцера для слива и налива воды, или крана для отбора проб. А отбор проб минеральной воды на санитарно-бактериологический анализ проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 18963 и санитарных правил, утвержденных в установленном принятом порядке.

2. Колориметрический метод

Метод основан на окислении бромид-ионов хромовокислым калием в кислой среде до свободного брома и образовании розового бромпроизводного розанилина при взаимодействии брома с фуксинсерной кислотой.

Метод позволяет определять от 0,05 до 0,1 мг бромид-ионов в пробе.

3. Йодометрический метод

Метод основан на окислении бромид-ионов хлорноватистоокислым натрием до бромат - ионов с последующим йодометрическим определением. Метод позволяет определять от 0,2 до 10,0 мг бромид-ионов в пробе. Метод применяется при возникновении разногласий в оценке качества.

4. Рентгенофлуоресцентное определение брома в природных водах

Разработана экспрессная рентгенофлуоресцентная методика для определения брома в природных водах. Излучатели готовят нанесением 0,200 см³ воды на диск фильтровальной бумаги «синяя лента» диаметром 4 см, содержание брома определяют способом стандарта-фона. Предел обнаружения брома $S_{0,997}=4\text{мг/дм}^3$, прецизионность удовлетворяет требованиям ГОСТ 27384-2002, значимые систематические погрешности в результатах отсутствуют, а продолжительность анализа одной пробы 25-30 минут.

5. Капиллярный электрофорез

Физический метод анализа, который основан на миграции внутри капилляра заряженных частиц в растворе электролита под влиянием приложенного электрического поля.

6. Ионная хроматография

Это высокоэффективная жидкостная хроматография для разделения катионов и анионов с использованием ионитов низкой обменной емкости [34].

Выводы

В ходе проделанной мною работой можно сделать следующие выводы:

1. Бромные воды представляют одну из важных групп минеральных вод, используемых для бальнеологических целей, как в нашей стране, так и за рубежом (Чехия, Словакия, США, Германия). В зависимости от преобладания йодидов или бромидов эти воды могут быть йод-бромистыми, бром-йодистыми, бромистыми или йодистыми. Также ионы брома могут присутствовать в минеральных водах осадочного происхождения.

2. Наиболее распространенным методом обработки питьевых минеральных вод является озонирование. В результате озонирования вод, содержащих бромиды, образуются броматы, обладающие канцерогенными свойствами. Также образованию броматов способствует присутствие гидрокарбонат-ионов.

3. Исследовано 5 образцов минеральной воды Приморского происхождения на содержание ионов брома согласно действующей НТД. Результаты показали, что содержание брома в них ниже предела обнаружения метода (1 мг/дм^3). Однако ПДК на бромат – ионы, согласно ГН 2.1.5.2280-07 составляет 10 мг/дм^3 , что требует предварительного концентрирования образцов.

4. Исследовано 12 образцов минеральной воды Приморского происхождения на содержание ионов брома с предварительным концентрированием с фактором концентрирования от 15 до 30. Результаты показали, что бромид – ионы присутствуют в Приморской минеральной воде «Лотос», «Шуфанский ключ», «Серебряный ключ», что составляет не менее $0,16 \text{ мг/дм}^3$. Эта вода не может быть подвергнута обработке озонированию. Таким образом, доказана необходимость контроля содержания брома в минеральных водах Приморского происхождения.

Список литературы

1. Малахов, Г. П. Вода живая / Г. П. Малахов. - М.: ИК «Комплект», 2017. - 463 с.
2. Никаноров, А. М. Словарь - справочник по гидрохимии и качеству вод суши (понятия и определения) / А. М. Никаноров, В. М. Иваник. - Ростов на Дону: Гидрометеоиздат, 2014. - 548 с.
3. Savitzky, A. M. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures / A. M. Savitzky, J. E. Golay // Anal. Chem. – 1964. Vol. 36. - p. 1627.
4. Minty, B.A. Ieuan Davies Development of an automated method for determining oil in water by direct aqueous supercritical fluid extraction coupled on-line with infrared spectroscopy/ B. A. Minty, E. D. Ramsey // Analyst. - 2000. - p. 2356.
5. Милютин, М. А. Кавказские Минеральные Вод / М. А. Милютин. - М.: Ставропольское книжное издательство, 2014. - 276 с.
6. Милютин, М. А. Кавказские Минеральные Вод / М. А. Милютин. - М.: Планета, 2015. - 582 с.
7. Города Кавказских Минеральных Вод: карманный атлас / К.С Богданов, А.Д. Увар, К. Л. Степной. - М.: Геодом, 2017. - 310 с.
8. Черданцев, И. К. На талых ключах / И. К. Черданцев. – Свердловск: Кн. изд – во, 1999. – 72с.
9. Рассел, Д. С. Боржоми (минеральная вода) / Д. С. Рассел. - М.: VSD, 2016. - 145 с.
10. Рассел, Д. С. Кавказские Минеральные Воды / Д. С. Рассел. - М.: VSD, 2014. - 653 с.
11. Назаров, А. А. Долголетие без болезней. Минеральные воды на страже здоровья / А. А. Назаров. - М.: Открытое Решение, 2014. - 152 с.
12. Броневский, В. А. История Донского войска. Описание Кавказской земли и Кавказских Минеральных вод. Ч.2 / В.А. Броневский. - М.: ЁЁ Медиа, 2017. - 491 с.

13. Семенов. А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / А. Д. Семенов. – М.: Гидрометеиздат, 2001. – 541 с.
14. Батмангхелидж, Ф. И. Вода для здоровья / Ф. И. Батмангхелидж. - М.: Попурри, 2016. - 544 с.
15. Richardson, S. D. Environmental Mass Spectrometry: Emerging Contaminants and Current Issues / S. D. Richardson // Ann. Periodontal. – 2002. - Vol. 74, № 12. - p. 2719.
16. Белоусов, В. П. Теплоты смешения жидкостей / В. П. Белоусов, А.Г. Морачевский. - М.: Химия, 2005. – 344 с.
17. Маньшина, Н.В. Курортология для всех. За здоровьем на курорт / Н. В. Маньшина. - М.: Вече, 2007. – 592 с.
18. Лурье, Ю. Ю. Определение нефтепродуктов в сточных водах методом РЖ - спектроскопии. Труды института «ВОДГЕО». Очистка промышленных сточных вод. Вып. 43 / Ю. Ю. Лаурье, А.И. Гончаров, Л.И. Тетерников, Н.Ф. Григоровская. – М.: Химия, 2001. – 78 с.
19. Лурье, Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю. Ю. Лаурье. - М.: Химия, 2002. – 448 с.
20. Richardson, S. D. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues / S. D. Richardson, T. A. Ternes // Anal. Chem. – 2005. - Vol. 77, № 12. - p. 3807.
21. ГОСТ 17.1.4.01-80. Библиографическая запись. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. – М.: ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2010.
22. Gillie, J. K. Infrared Spectroscopy / J. K. Gillie // Anal. Chem. – 2000. – Vol.72. - p. 71.
23. Whittle, P. J. Infrared determination of petroleum oil: new approaches to the calculation / P. J. Whittle, W. A. Crum, M. W. Home // Analyst. – 1990. – Vol. 105. - p. 679.

24. Crum, W. A. Infrared determination of petroleum oil. Part II. Extraction from water and removal of interferences / W. A. Crum, P. J. Whittle // *Analyst.* - 1992, Vol. 107. – p.108.
25. Дерффель, К. М. Статистика в аналитической химии / К. М. Дерффель. - М.: Мир, 2004. – 123 с.
26. Шараф. М. А. Хемометрика / М. А. Шараф, Д.Л. Иллман, Б.Р. Ковальски. - Л.: Химия, 2009. – 543 с.
27. Шпигель, Е. К. Друскеникские Минеральные Воды. Доклад / Е.К. Шпигель. - М.: Типография Н. А. Лебедева, 2016. - 419 с.
28. Грибов, Л. А. Проблемы аналитической химии, т. IX. Математические методы и ЭВМ в аналитической химии / Л. А. Грибов. - М.: Наука, 1999.
29. Nieuwenhuijsen, M. J. Chlorination disinfection byproducts in water and their association with adverse reproductive outcomes: a review / M. J Nieuwenhuijsen, M. B. Toledano, N. E. Eaton, J. T. Fawell, P. E. Occup // *Environ. Med.* – 2000, Vol. 57. - p. 73.
30. Savitzky, A. M. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures / A. M. Savitzky, J. E. Golay // *Anal. Chem.* – 2004, Vol. 36. - p.1627.
31. Steinier, J. A. Smoothing and differentiation of data by simplified least square procedure / J. A. Steineir, Y. K. Termonia, J. I. Deltour // *Anal. Chem.* – 2007, Vol. 44. - p. 1906.
32. Некрасов, А. Н. Scientific Interactive Graphics. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 960503. Российское агентство по правовой охране программ для ЭВМ, баз данных и топологий интегральных схем от 25.11.1996 / А. Н. Некрасов, В.С. Ющенко. – М.: Мир, 1996. – 451 с.
33. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. - М.: Наука, 1986. – 114 с.

34. Miller, R.G. Infrared Structural Correlation Tables and Data Cards / H.A. Willis, H.J. Hediger // Spectrum House. Alderton Crescent. London N.W.4, 2006, Vol. 13. – p. 206.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

на выпускную квалификационную работу студента (ки) Гулевич Юлии Андреевны
(фамилия, имя, отчество)
специальность (направление 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья
группа Б 7403)
Руководитель ВКР доц., к.б.н. Н.Э. Струпуль
(ученая степень, ученое звание, и.о.фамилия)
на тему Исследование бром – содержащих соединений питьевых минеральных вод
Приморского края

Дата защиты ВКР « 26 » июня 2018 г.

Работа соответствует поставленному заданию. В литературном обзоре раскрыты основные вопросы, поставленные перед бакалавром. Исследовано достаточное количество литературных и нормативных источников, также произведен патентный поиск по заданной тематике. Экспериментальная часть выполнена в достаточном объеме. Произведены необходимые расчеты и обработка полученных результатов. В ходе выполнения работ обоснована актуальность данной работы и выбор метода анализа; проведен предварительный анализ образцов воды; отработана методика пробоподготовки и анализа.

Выпускник проявил высокую самостоятельность в подготовке работы, планировании, исполнении и обсуждении эксперимента, а также оформлении результатов выполненной работы.

Автор заслуживает присвоения квалификации бакалавр по направлению подготовки и оценки «отлично»

Руководитель ВКР доц., к.б.н.
(должность, уч.звание)


(подпись)

Струпуль Н.Э.
(и.о.ф)

« 23 » июня 2018 г.