

Читать
онлайн
Read
onlineЕремин Г.Б.¹, Мозжухина Н.А.², Борисова Д.С.^{1,2}

Гигиенические проблемы использования вендинговой воды (обзор литературы)

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия;²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия

Значительный рост объема продаж питьевой воды в розлив (вендинговой питьевой воды) как во всём мире, так и в нашей стране делает актуальным анализ проблем обеспечения качества и безопасности вендинговой воды. Проанализированы оригинальные статьи по проблемам использования вендинговой воды, представленные в библиографических и реферативных базах данных и информационных системах PubMed, Scopus, Web of Science, eLIBRARY.RU, CyberLeninka, The Cochrane Library, отвечающие критериям соответствия заявленной цели и качества результатов исследований. Всего выявили 93 полнотекстовые публикации по результатам целевого поиска, из которых 54 в полной мере отвечали этим критериям включения. Вендинговая питьевая вода является одним из экономически привлекательных способов обеспечения доступной питьевой воды, обладающей высокими органолептическими свойствами. Качество и безопасность вендинговой воды регулируются национальными законодательствами по-разному: в некоторых странах (Малайзия) вендинговая питьевая вода регулируется одним правовым актом вместе с упакованной водой и рассматривается как пищевая продукция, в других (США) рассматривается как вода некоммунального общественного водоснабжения, к которому применяются требования Агентства по охране окружающей среды США (USEPA). Российская нормативная правовая база применительно к вендинговой питьевой воде находится в стадии формирования, на настоящий момент носит рекомендательный характер. Проблема микробиологической безопасности вендинговой воды является глобальной. В проведённых исследованиях безопасность вендинговой воды связывалась не только с качеством воды источника водоснабжения и способом (или отсутствием) водоподготовки, но и с местом размещения и конструкцией акваматов, состоянием здоровья и гигиеническими навыками продавцов/производителей, а также гигиеническими навыками потребителей, включая чистоту рук и состояние тары (зачастую многократного использования). В исследованиях отмечена значимость качества технического обслуживания, дезинфекции акваматов и контроля качества вендинговой воды для обеспечения её качества и безопасности. При применении технологий обратного осмоса в акваматах проблема снижения минерализации вендинговой питьевой воды требует контроля общей минерализации, а также катионов кальция и магния.

Ключевые слова: питьевая вода в розлив; вендинговая питьевая вода; акваматы; качество воды; нормативно-правовая база; водоподготовка; обзор

Для цитирования: Еремин Г.Б., Мозжухина Н.А., Борисова Д.С. Гигиенические проблемы использования вендинговой воды (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2023; 102(8): 842–847. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-8-842-847> <https://elibrary.ru/retiwu>

Для корреспонденции: Мозжухина Наталья Александровна, канд. мед. наук, доцент каф. профилактической медицины и охраны здоровья, каф. общей и военной гигиены ФГБОУ ВО «Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: Natalya.Mozzhukhina@szgmu.ru

Участие авторов: Мозжухина Н.А., Борисова Д.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование; Еремин Г.Б. — концепция и дизайн исследования, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 28.04.2023 / Принята к печати: 15.08.2023 / Опубликована: 09.10.2023

Gennady B. Yeremin¹, Natalya A. Mozhukhina², Darya S. Borisova^{1,2}

Hygienic problems of the use of Vended Water (literature review)

¹North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation;²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, 191015, Russian Federation

A significant gain in the volume of sales of vended water, both throughout the world and in our country, makes it relevant to analyze the problems of ensuring the quality and safety of vended water. The original articles on the problems of using vended water, presented in the bibliographic and abstract databases and information systems PubMed, Scopus, Web of Science, eLIBRARY.RU, CyberLeninka, The Cochrane Library, met the criteria for compliance with the stated purpose and quality of research results, are analyzed. A total of ninety three full-text reports were identified by targeted search, of which 54 fully met these inclusion criteria. Vended water is one of the economically attractive ways to provide affordable drinking water with high organoleptic properties. National laws regulate the quality and safety of vended water differently: in some countries (Malaysia) vended water is regulated in one legal act together with packaged water and is considered as a food product, in others (USA) it is considered as non-communal public water supply, to which US Environmental Protection Agency (US EPA) requirements are applied. The Russian regulatory and legal framework in relation to vended water is in the process of formation, so far it has a recommendation character. The problem of microbiological safety of vended water is global. In the studies conducted, the safety of vended water was associated not only with the quality of water from the source of water supply and the method (or lack) of water treatment, but also with the location and design of water dispensers, the health status and hygiene skills of sellers/manufacturers, and the hygiene skills of consumers, including cleanliness of hands and condition of containers (often reusable). The studies noted the importance of the quality of maintenance, disinfection of aquamats and quality control of vending water to ensure water quality and safety. When using reverse osmosis technologies in aquamats, the problem of reducing the mineralization of vended water also requires control of the total mineralization, calcium, and magnesium cations.

Keywords: vended drinking water; vending machines; water quality; regulatory framework; water treatment; review

For citation: Yeremin G.B., Mozhukhina N.A., Borisova D.S. Hygienic problems of the use of Vended Water. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(8): 842–847. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-8-842-847> <https://elibrary.ru/retiwu> (In Russ.)

For correspondence: *Natalya A. Mozzhukhina*, MD, PhD, Docent of the Preventive medicine and health protection department of the I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation. E-mail: Natalya.Mozzhukhina@szgmu.ru

Information about authors:

Yeremin G.B., <https://orcid.org/0000-0002-1629-5435> Mozzhukhina N.A., <https://orcid.org/0000-0002-8051-097X>
Borisova D.S., <https://orcid.org/0000-0002-0694-5334>

Contribution: *Yeremin G.B.* – concept and design of the study, editing; *Mozzhukhina N.A., Borisova D.S.* – the concept and design of the study, the collection and processing of material, writing the text, editing. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: April 28, 2023 / Accepted: August 15, 2023 / Published: October 9, 2023

Введение

Одной из целей государственной политики в сфере водоснабжения и водоотведения является обеспечение бесперебойного, а также качественного и безопасного питьевого водоснабжения, критерии которого определены в п. 1 ст. 19 Федерального закона № 52-ФЗ¹. Однако до сих пор значительная часть населения пользуется децентрализованным водоснабжением или водой, не прошедшей необходимую водоподготовку. Более 15% водопроводов не соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям. Привозную воду в качестве питьевой воды в 2017 г. в РФ использовали 0,75 млн человек. Особенно велика доля населения, использующего привозную воду, в Якутии и Калмыкии, где привозной водой пользовались 23 и 11% населения соответственно [1].

В последние годы вендинговая вода (питьевая вода в розлив) стала одним из популярных источников питьевой воды в большинстве городских районов мира. В России около 20 тыс. автоматов осуществляют продажу питьевой воды из подземных и поверхностных водоисточников, а также обработанной воды из систем централизованного водоснабжения. Ежегодно продаётся около 3 млрд литров вендинговой питьевой воды, что составляет примерно 20% от общего объёма российского рынка питьевой упакованной воды. До 2020 г. не существовало чётких требований по безопасности использования вендинговых аппаратов при реализации питьевой воды в розлив. Однако до сих пор многие аспекты использования питьевой воды в розлив остаются нерешёнными, что и определяет актуальность данного исследования. Научная новизна исследования заключается в системном анализе существующих научных данных в целях выявления гигиенических проблем качества и безопасности вендинговой воды. Практическая значимость исследования заключается в направленности на обеспечение гарантированного качества и безопасности питьевой воды в розлив.

Материалы и методы

Проанализированы оригинальные статьи по проблемам использования вендинговой воды, представленные в библиографических и реферативных базах данных и информационных системах PubMed, Scopus, Web of Science, НЭБ (eLIBRARY.RU), CyberLeninka, The Cochrane Library, отвечающие критериям соответствия заявленной цели и качества результатов исследований. Всего выявили 93 полнотекстовые публикации по результатам целевого поиска, из которых 54 в полной мере отвечали этим критериям включения.

Результаты

Нормативная правовая база, регулирующая требования к вендинговой воде в Российской Федерации. В настоящее время государственными органами уделяется значительное внимание деятельности по реализации вендинговой питьевой воды. Так, вопросы законодательного регулирования реализации питьевой воды в розлив обсуждаются на самом высоком уровне: периодически проводятся парламентские

слушания Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию; рабочие встречи и круглые столы с представителями Центрального аппарата Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, Федеральной налоговой службы, Государственной Думы и др.; осуществляются научные исследования реализации вендинговой питьевой воды, на основании результатов которых на сегодняшний день разработаны: национальный стандарт по реализации питьевой воды в розлив² и Рекомендации по обеспечению безопасности питьевой воды в розлив³.

Термин «питьевая вода в розлив в тару потребителя» закреплён национальным стандартом² наряду с термином «автоматизированная торговля в розлив», подразумевающим розничную торговлю пищевыми жидкостями в розлив, в том числе в тару потребителей, с использованием автоматизированных объектов по торговле в розлив. При этом для производства питьевой воды в розлив может быть использована исходная питьевая вода защищённых подземных водных источников, в том числе артезианская, доставляемая к местам реализации в автоцистернах; поверхностных водных источников, соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям; централизованных систем питьевого водоснабжения, в том числе с использованием систем доочистки. Формирование самостоятельной нормативно-методической базы по оценке питьевой воды, реализуемой в розлив^{2,3}, отсутствие которой остро ощущалось в предшествующие годы, делает проблему гигиенической оценки питьевой воды в розлив, развитие производственного контроля за качеством и безопасностью воды особенно актуальной. Проведение исследований, положенных в основу разработки Рекомендаций, было вызвано тем, что на воду в розлив не распространялся ни один из действовавших гигиенических нормативных документов [2], однако и вновь принятые санитарные нормы и правила, включившие требования к качеству и безопасности воды, не изменили ситуацию. В соответствии с требованиями ГОСТа² вода в розлив должна соответствовать требованиям безопасности технических регламентов^{4,5} и законодательству в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения как при её производстве (изготовлении), транспортировании, хранении, розливе, так и в течение всего срока реализации. В соответствии с ГОСТ при осуществлении процессов производства (изготовления) питьевой воды, связанных с требованиями безопас-

² ГОСТ Р 58645–2019 «Услуги торговли. Реализация питьевой воды в розлив. Общие требования».

³ Рекомендации по обеспечению безопасности питьевой воды в розлив (приложение к письму Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 27 октября 2022 г. № 02/21285–2022–32).

⁴ Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду» (ТР ЕАЭС 044/2017).

⁵ Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).

¹ Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ.

ности, изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП (Hazard Analysis and Critical Control Points (Анализ рисков и критические контрольные точки)). В соответствии с Рекомендациями по обеспечению безопасности воды в розлив со ссылкой на закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии и на технический регламент на упакованную воду заявлено, что с целью контроля безопасности питьевой воды в розлив хозяйствующий субъект организует производственный контроль, включающий принципы ХАССП в соответствии с техническим регламентом на упакованную воду Евразийского экономического союза (Таможенного союза). Основываясь на требованиях действующих документов, регулирующих требования к организации производственного лабораторного контроля питьевой воды^{6,7,8} необходимо отметить, что Рекомендации по безопасности питьевой воды, реализуемой в розлив, ввели принципиально новые требования. При этом ни федеральный закон №29-ФЗ⁹, ни технические регламенты на питьевую воду в розлив формально не распространяются.

Учитывая высокую неоднородность питьевой воды в розлив по происхождению, удивительна одновременная ссылка и на закон о водоснабжении и водоотведении¹⁰, и на технический регламент на упакованную воду, и Рекомендации по обеспечению безопасности питьевой воды в розлив, при этом в Рекомендациях не содержится существенного положения закона¹¹ о согласовании программ производственного контроля с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Наряду с мерами по обеспечению безвредности химического состава, безопасности по микробиологическим, радиологическим показателям, благоприятности органолептических свойств Рекомендациями заявлена и физиологическая полноценность минерального состава воды, которая до настоящего времени применялась только для упакованной воды. В вышеуказанных Рекомендациях отмечено, что в случае обработки питьевой воды в розлив с использованием обратноточечных установок рекомендуется проводить кондиционирование воды с целью обогащения макро-микроэлементного состава и для придания физиологической полноценности по следующим показателям: общая минерализация; концентрация кальция; концентрация магния. Таким образом, в рекомендуемых показателях, которые должны быть доведены до потребителя, присутствуют показатели физиологической полноценности воды, то есть использован подход технического регламента, регулирующего требования к упакованной воде, и других технических регламентов¹². Вместе с тем эти показатели в объём производственного контроля не вошли, для контроля оставлены показатели, соответствующие требованиям санитарных норм к питьевой воде.

Применительно к вендинговой питьевой воде остро встают не только вопросы санитарно-эпидемиологической безопасности, но и защиты прав потребителей от возможной фальсификации. Меры, направленные на защиту от фальсификации, отражены в ГОСТе, а также закреплены в Рекомендациях и касаются требований к маркировке, причём в ГОСТе идёт прямая ссылка на ТР ТС по упакованной воде.

⁶ Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).

⁷ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

⁸ Постановление Правительства РФ от 06 января 2015 г. «О порядке осуществления производственного контроля качества и безопасности питьевой воды, горячей воды».

⁹ Федеральный закон № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

¹⁰ Федеральный закон от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».

¹¹ Федеральный закон от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».

¹² Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части её маркировки» (ТР ТС 022/2011).

ГОСТ и Рекомендации прежде всего привязаны к закону о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и его подзаконным актам. При этом требования ГОСТа исходят из требований Технического регламента, а в Рекомендациях присутствует попытка одновременно установить требования, обусловленные как законом о водоснабжении и водоотведении, так и техническими регламентами. В Российской Федерации понятие питьевой воды в розлив отсутствует в основных законодательных актах. Имеющиеся нормативно-правовые акты носят добровольный (ГОСТ) и рекомендательный характер (Рекомендации), частично противоречат друг другу, не в полной мере используют возможности законодательной базы.

Зарубежная нормативная правовая база, регулирующая требования к вендинговой воде. Анализ зарубежной нормативной правовой базы свидетельствует о различных решениях, которые могут быть приняты. Международные стандарты Codex Alimentarius (ФАО и ВОЗ) не распространяются на вендинговую воду [3, 4]. Как ранее действовавшая¹³, так и вступившая в действие в 2023 г. Директива ЕС по качеству воды, предназначенной для потребления человеком¹⁴, включила вендинговую воду в сферу регулирования, также это рассматривается и в национальных стандартах, в которых вендинговая вода упоминается, но требования на упакованную воду на неё не распространяются. В США в связи с тем, что наибольшее количество вендинговой воды получается в результате дополнительной водоподготовки воды централизованного водоснабжения, вендинговая вода рассматривается как разновидность воды некоммунального общественного водоснабжения (non-community, public water supply) в соответствии с принятыми в США критериями численности населения, использующего питьевую воду, и критерием продажи воды, и к ней применяются требования Агентства по охране окружающей среды (EPA) [5–7]. Отметим, что международный опыт свидетельствует о том, что многие страны пошли по пути создания единых стандартов для упакованной и вендинговой питьевой воды, этот вариант регулирования успешно применяется прежде всего в развивающихся странах, в которых вендинговая вода составляет значительный сегмент питьевой воды [8, 9].

Специальные требования к условиям эксплуатации аквamatов заявлены не только в нашей стране, но и в других странах [10–12]. Например, в национальных стандартах некоторых зарубежных стран, в которых вендинговая питьевая вода относится к пищевой продукции, к акваматам предъявляются следующие требования [13]:

- на аквamate должны быть указаны: имя (название) и юридический адрес владельца/оператора;
- на аквamate должен быть указан график регулярного технического обслуживания;
- все аквматы должны иметь самозакрывающуюся плотно прилегающую дверцу отсека, в котором расположен кран (дозатор), а также устанавливаться таким образом, чтобы исключить попадание в устройство насекомых и грызунов (чаще указывается, что аквamat должен быть расположен на 10 см выше от уровня земли) и быть доступным для технического обслуживания [13];
- материал, из которого изготавливаются аквматы, должен обладать антикоррозийными и гидрофобными свойствами.

Особое внимание уделяется техническому обслуживанию, дезинфекции аквamatов и контролю качества воды [11].

Основные технологии, используемые при подготовке вендинговой воды, прежде всего из сетей централизованного водоснабжения, включают фильтрацию, обратный осмос и дезинфекцию (УФ или озоном). Доказано, что в фильтрах протекают естественные биологические процессы, накапли-

¹³ Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. 1998.

¹⁴ Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast), Official Journal of European Union 23.12.2020.

ваются микроорганизмы, что в результате несвоевременной замены фильтров может приводить к ещё большему загрязнению воды [14].

В процессе обратного осмоса вода поступает под давлением на полупроницаемую мембрану [15]. Системы обратного осмоса эффективны для снижения уровней общей минерализации, концентрации металлов и неметаллов, таких как мышьяк, кадмий, медь, свинец, натрий; нитратов; радия; бактерий [16].

Однако использование мембран обратного осмоса имеет свои недостатки. В частности, встаёт вопрос о последствиях для здоровья человека длительного употребления деминерализованной питьевой воды и необходимости её минерального обогащения. На сегодняшний день доказано, что потребление воды, бедной минеральными веществами, оказывает негативное влияние на механизмы гомеостаза, обмен минеральных веществ и воды в организме [17, 18].

Для решения этой проблемы были предприняты попытки минерализовать опреснённую воду в автоматическом капельном режиме с добавлением жидкого минерального комплекса (кальций, калий, магний, йод) [19].

Для предотвращения биологического обрастания фильтрационных мембран в воду для обратной промывки мембранных элементов добавляют дезинфектант, чаще всего гипохлорит натрия, проводится химическая промывка мембранных аппаратов специальными кислотными и щелочными реагентами [17].

Дезинфекция является последним этапом очистки воды и чаще всего проводится путём воздействия ультрафиолетового излучения [20]. Качество воды, время экспозиции и доза УФ-излучения являются обязательными факторами, которые учитываются при выборе эффективного режима дезинфекции. В некоторых акваматах для обеззараживания используется озонирование. При этом процессе озон применяют непосредственно перед подачей воды из аквамата, а появление запаха не рассматривается как существенная проблема ввиду быстрого его исчезновения [16].

Ограниченность водных ресурсов, отсутствие доступности чистой питьевой воды является серьёзной проблемой во всём мире. По данным ООН, около 700 млн человек в 43 странах страдают от дефицита воды, причём в Африке к югу от Сахары насчитывается наибольшее количество стран, испытывающих нехватку воды [21].

В последнее время во всех странах, включая Российскую Федерацию, наблюдается рост доступности автоматов по продаже питьевой воды (акваматов) в городских районах, что обусловлено современными реалиями: развитием инфраструктуры, повышением экологичности пищевых производств, трендом на «зелёную» экономику, изменениями образа жизни, изношенностью систем распределения воды. На востребованность автоматов по продаже питьевой воды в розлив также влияют такие условия, как простота доступа к чистой питьевой воде, удобство расположения, удобство обслуживания, низкие затраты на установку и обслуживание [22].

Учитывая специфику акваматов, наиболее широкое распространение они получили в странах с высокой численностью населения и низким качеством и доступностью водных ресурсов: странах Африки, в Индии, Малайзии, Таиланде и др. Однако акваматы могут быть решением не только проблем качества и количества питьевой воды, но также могут использоваться развитыми странами, такими как США, Австралия, для борьбы с избыточным количеством пластика (за счёт повторного использования пластиковых бутылок для воды) при эффекте улучшения органолептических свойств питьевой воды [23].

Автоматы по продаже воды стали обычным явлением в США (в частности, в штате Калифорния) начиная с 1989 г., когда департамент общественного здравоохранения штата (California Department of Public Health) выдал лицензию на осуществление деятельности. На 2019 г. в штате насчитывалось чуть больше 9 тыс. акваматов (из которых 55% распола-

гались в Южной Калифорнии, в пяти самых густонаселённых округах штата: Лос-Анджелесе, Сан-Диего, Риверсайде, Сан-Бернардино и Ориндже). Вода поступала в аквамат в основном из распределительной сети, далее проходила через систему фильтрации в целях удаления химических веществ (например, хлора), улучшения вкуса, а затем доводилась до покупателя. Однако вопросы качества и безопасности вендинговой воды по-прежнему остаются проблемными.

При разработке стандартов качества питьевой воды большинство стран ориентируется на рекомендации ВОЗ [24], однако предложенные нормы носят рекомендательный характер и не учитывают особенности отдельных регионов. В связи с этим требования, которые предъявляются к качеству воды акваматов, не могут быть едиными и отличаются в разных странах [23].

Результаты зарубежных научных исследований по изучению качества и безопасности вендинговой воды. В ходе научных исследований, проведённых в различных регионах, было выявлено, что микробная обсеменённость воды из вендинговых аппаратов представляет глобальную проблему. Так, в 2020 г. в Калифорнии провели оценку микробиологического загрязнения питьевой воды, подаваемой из вендинговых аппаратов [25, 26]. В ходе исследования было обнаружено, что в 32% проб питьевой воды из акваматов содержались ОКБ (общие колиформные бактерии), в 21% отобранных проб показатель ОМЧ (общее микробное число) был выше нормативных требований Агентства по охране окружающей среды (EPA) [27, 28]. С помощью ПЦР выявили, что в 81% акваматов обнаружена ДНК *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* и *Campylobacter jejuni*, в 76% – *Enterococcus faecalis* и в 90% – *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*). Результаты показали, что в большинстве акваматов содержался генетический материал патогенных микроорганизмов, что не соответствовало стандартам EPA для питьевой воды [29–31].

Идея продажи воды из акваматов в целях обеспечения населения водой гарантированного качества имеет широкое распространение в бедных районах по всему миру. Так, в 2015 г. в Найроби было установлено 4 аквамата, что позволило увеличить доступ как к чистой питьевой воде, так и сделать её финансово доступной для населения. Вместе с тем в развивающихся странах Африки и Азии, где источником воды зачастую служат грунтовые воды, а розлив осуществляется в канистры и пластиковые мешки (саше), отмечаются более значительные проблемы с безопасностью такой воды [32]. Так, при оценке бактериологических показателей проб вендинговой воды, отобранной из канистр в Нигерии, были обнаружены *Escherichia coli* (*E. coli*) (44,44%), *S. typhi* (18,52%); *Proteus mirabilis*, *Corynebacterium spp.*, *Citrobacter freundii* обнаруживались в 3,7% проб, при этом бактериальная обсеменённость была очень высока ($1 \cdot 10^6$ КОЕ/мл) [33]. По данным других исследований, проведённых также в Нигерии, при бактериологической и паразитологической оценке проб воды в пластиковых саше в 26,7% были обнаружены яйца *Taenia*, анкилостомы, *Ascaris spp.*, цисты *Entamoeba spp.*, *Giardia lamblia* [34].

В исследованиях, проведённых в ОАЭ, изучалось микробиологическое качество вендинговой питьевой воды, продаваемой в учебных заведениях [35]. Из всех отобранных проб в 50% случаев были выделены *P. aeruginosa*, ОКБ. Причём отмечалось, что неудовлетворительное состояние вендинговой питьевой воды могло быть связано как с поведенческими причинами и гигиенической безграмотностью населения, так и с плохим обслуживанием и ненадлежащим гигиеническим состоянием самих акваматов.

В Таиланде было проведено обследование акваматов для оценки качества вендинговой питьевой воды, в некоторых исследованиях включалось также обследование условий окружающей среды в местах расположения акваматов [36–39]. Так, 20% акваматов были признаны неудовлетворительными по расположению и содержанию территории в месте их установки (часть акваматов была

установлена рядом с канализацией или мусорной площадкой) [40]. Отмечались также недостатки в техническом обслуживании вендинговых аппаратов. Например, незнание предпринимателями способов необходимой обработки ёмкостей, в которых хранится вода, замены фильтров и др. способствовало тому, что в 40% случаев вода из обследуемых аквяматов была неудовлетворительного качества по микробиологическим показателям и прежде всего по содержанию ОКБ. Отсутствие регулярного технического обслуживания, своевременной очистки составных частей аквяматов приводит в свою очередь к более высокому уровню бактериального загрязнения. Как известно, колиформные бактерии в питьевой воде являются показателем фекального загрязнения, которое влияет на здоровье потребителей и повышает риск развития желудочно-кишечных заболеваний [41]. Был также отмечен сдвиг pH в слабокислую зону, в ряде случаев отмечалось также превышение по жёсткости общей. Известно, что жёсткость воды является важным фактором, вызывающим засорение мембранного фильтра [42], изменения pH могут влиять на рост бактерий [40].

В ряде филиппинских школ также проводились исследования вендинговой питьевой воды по физико-химическим и микробиологическим показателям [43]. Было установлено, что вода, подаваемая из аквяматов, небезопасна для потребления учащимися по микробиологическим показателям и может представлять опасность для их здоровья (в отобранных пробах общее количество бактерий группы кишечной палочки (БГКП) составило 2,6 КОЕ/мл, что превышает национальный стандарт) [44].

В Малайзии автоматы по продаже питьевой воды в розлив в настоящее время набирают популярность среди населения из-за доступности получения чистой питьевой воды [45]. Исследования качества вендинговой питьевой воды включали оценку по следующим показателям: pH, общая минерализация, мутность, содержание тяжёлых металлов (хрома, мышьяка, кадмия, свинца и никеля), общий органический углерод (ОУУ), ОМЧ и ОКБ. Результаты показали, что общая минерализация и тяжёлые металлы в восьми аквяматах оказались ниже установленных национальными стандартами [8, 9, 46]. Ни в одной из проб вендинговой воды не было обнаружено бактерий группы кишечной палочки. Было обнаружено, что pH несколько превышает установленный предел, в то время как мутность оказалась в 45–95 раз выше регламентируемой [46], что косвенно может свидетельствовать и о вирусном загрязнении отобранных проб воды [47]. В других исследованиях, проведённых в Малайзии, как в пробах воды, так и на различных поверхностях аквяматов выявлялись *E. coli* U 5/41 и *E. coli* O157:H7 EDL933 [48, 49].

В проведённых исследованиях [50–52] качество и безопасность вендинговой воды связывались не только с качеством воды источника водоснабжения и способом (или

отсутствием) водоподготовки, но и с местом размещения и конструкцией аквяматов, состоянием здоровья и гигиеническими навыками продавцов/производителей, а также гигиеническими навыками потребителей, включая чистоту рук и состояние тары (зачастую многократного использования).

Во всех исследованиях отмечалась важность регулярного технического обслуживания и проверки предпринимателей, занимающихся поставкой воды для реализации через вендинговые автоматы, в целях поддержания гарантированного качества и безопасности питьевой воды в розлив.

Заключение

Вендинговая питьевая вода является одним из экономически привлекательных способов обеспечения доступной питьевой водой, обладающей высокими органолептическими свойствами. Качество и безопасность вендинговой воды регулируются национальными законодательствами по-разному: в некоторых странах (Малайзия) вендинговая питьевая вода регулируется одним нормативно-правовым актом вместе с упакованной водой и рассматривается как пищевая продукция, в других (США) рассматривается как вода некоммунального общественного водоснабжения, к которому применяются требования Агентства по охране окружающей среды США (USEPA). Российская нормативная правовая база применительно к вендинговой питьевой воде находится в стадии формирования, на настоящий момент носит рекомендательный характер. Растущий рынок питьевой воды в розлив, отличающийся улучшенными органолептическими свойствами, требует формирования эффективной и непротиворечивой нормативно-правовой базы обеспечения качества и безопасности питьевой воды в розлив. Это предполагает закрепление понятия «питьевая вода в розлив» либо в ТР ЕАЭС о безопасности упакованной воды, либо в федеральном законе о водоснабжении и водоотведении, а также в санитарных нормах и правилах.

Микробиологическая безопасность вендинговой воды является глобальной проблемой. В проведённых исследованиях безопасность вендинговой воды связывалась не только с качеством воды источника водоснабжения и способом (или отсутствием) водоподготовки, но и с местом размещения и конструкцией водоматов, состоянием здоровья и гигиеническими навыками продавцов, а также гигиеническими навыками потребителей, включая чистоту рук и состояние тары (зачастую многократного использования). В исследованиях отмечена значимость качества технического обслуживания, дезинфекции аквяматов и контроля качества вендинговой воды для обеспечения её качества и безопасности. Проблема снижения минерализации вендинговой питьевой воды при применении технологий обратного осмоса в аквяматах также требует контроля минерализации общей, а также катионов кальция и магния для предупреждения негативного влияния на организм.

Литература

(п.п. 3–16, 18, 20–22, 24–45, 47–51 см. References)

1. Григорьев В.А., Ноговицын Р.Р. Проблемы обеспечения населения Республики Саха (Якутия) питьевой водой и пути решения проблемы. *Проблемы современной экономики*. 2017; (3): 175–8. <https://elibrary.ru/zsrext>
2. Захаров К.Е., Синицина О.О., Гильденскольдь О.А., Стрекачев Л.В. Научное обоснование программы лабораторных исследований для оценки безопасности работы аквяматов при производстве, транспортировке и реализации питьевой воды в розлив. В кн.: *Материалы I национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «Сысинские чтения – 2020»*. М.; 2020: 133–8. <https://elibrary.ru/zsonsn>
17. Шонина Н.А. Применение мембранных технологий в водоподготовке. *Сантехника*. 2018; (1): 38–40.
19. Саканская-Грицай Е.И. Проблемы и перспективы совершенствования водоподготовки. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2014; (3): 83–95. <https://elibrary.ru/swncsr>
23. Петрова М.Д., Выучейская Д.С., Еремин Г.Б. О применении водоматов как элементов водоподготовки в международной практике. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2019; 14(1): 344–53. <https://elibrary.ru/frsblt>
46. Выучейская Д.С., Еремин Г.Б., Фридман К.Б. Возможности применения нефелометрии в качестве экспресс-метода вирусного загрязнения питьевой воды. Опыт зарубежных стран. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2018; 13(2): 785–95. <https://elibrary.ru/ytukv>
52. Цветков А.С., Буймова С.А., Бубнов А.Г., Буймов С.Д. Безопасность питьевой воды в вендинговых аппаратах. В кн.: *Актуальные вопросы естествознания. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции*. Иваново; 2022: 466–72. <https://elibrary.ru/hphgrk>

References

- Grigor'ev V.A., Nogovitsyn R.R. Problems of providing potable water to the population of the Republic of Sakha (Yakutia) and ways of its solution (Russia, Yakutsk). *Problemy sovremennoy ekonomiki*. 2017; (3): 175–8. <https://elibrary.ru/zsrexr> (in Russian)
- Zakharov K.E., Sinitsina O.O., Gil'denskol'd O.A., Strekacheva L.V. Scientific substantiation of the laboratory research program for assessing the safety of aquamats in the production, transportation and sale of drinking water in bottling. In: *Proceedings of the I National Congress with International Participation on Human Ecology, Hygiene and Environmental Medicine «Sysin Readings – 2020» [Materialy I natsional'nogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiem po ekologii cheloveka, gigiene i meditsine okruzhayushchey sredy «Sysinskie chteniya – 2020»]*. Moscow; 2020: 133–8. <https://elibrary.ru/zsonsn> (in Russian)
- CAC/RCP 48–2001. Code of hygienic practice for bottled/package drinking waters (other than natural mineral waters); 2001.
- CXS 227–2001. General standard for bottled/package drinking waters (Other than Natural Mineral Waters); 2001.
- EPA/600/R-06/028. US EPA Water distribution system analysis: field studies, modelling and management. A Reference Guide for Utilities; 2005.
- Sampling Requirements for Drinking Water Vending Machines that are Consecutive Public Water Systems. Massachusetts; 2016.
- Skipton S.O., Albracht L.A. G1448. Drinking Water: Bottled, Tap and Vended. Lincoln; 2010.
- Regulation 360C. Standard for Packaged Drinking Water and Vended water; 2012.
- Ministry of Health to Ensure the Safety and Quality of Water. Food Safety and Quality Ministry of Health. The Malaysian Drinking Water Quality; 2020.
- Water Service Regulatory Board. Guidelines on Water Vending. Nairobi; 2019.
- Mulyani S., Hartono R. Vending Machine and Influence on Life in Indonesia. *OP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2019; 662: 052001. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/5/052001>
- The United Republic of Tanzania. Ministry of Water and Irrigation. National Guidelines on drinking water quality, monitoring and reporting; 2018.
- Malaysian Food Hygiene Regulation; 2009.
- Chaidez C., Rusin P., Naranjo J., Gerba C.P. Microbiological quality of water vending machines. *Int. J. Environ. Health Res.* 1999; 9(3): 197–206.
- Cole P.E. Treating health effect contaminants with PQ systems. *Water Conditioning & Purification*. 1993; 32: 34–5.
- McSwane D.Z., Oleckno W.A., Eils L.M. Drinking water quality concerns and water vending machines. *J. Environ. Health*. 1994; 56(10): 7–13.
- Shonina N.A. Application of membrane technologies in water treatment. *Santekhnika*. 2018; (1): 38–40. (in Russian)
- Craun G.F., Brunkard J.M., Yoder J.S., Roberts V.A., Carpenter J., Wade T., et al. Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006. *Clin. Microbiol. Rev.* 2010; 23(3): 507–28. <https://doi.org/10.1128/cmr.00077-09>
- Sakanskaya-Gritsay E.I. Problems and prospects for improvement of water treatment. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa*. 2014; (3): 83–95. <https://elibrary.ru/swnccr> (in Russian)
- Carrigan P. Water disinfection using ultraviolet technology. *Water Rev.* 1991; (9): 1–3.
- WHO. Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief; 2013.
- Schillinger J., Du Vall Knorr S. Drinking-water quality and issues associated with water vending machines in the city of Los Angeles. *J. Environ. Health*. 2004; 66(6): 25–31.
- Petrova M.D., Vyucheykskaya D.S., Eremin G.B. Application of water machines aselements of water treatment in international practice. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2019; 14(1): 344–53. <https://elibrary.ru/rtsblt> (in Russian)
- WHO. Guidelines for drinking-water quality; 2017.
- Hile T.D., Dunbar S.G., Sinclair R.G. Microbial contamination of drinking water from vending machines of Eastern Coachella Valley. *Water Supply*. 2021; 21(4): 1618–28.
- Cardaci R., Burgassi S., Golinelli D., Nante N., Battaglia M.A., Bezzini D., et al. Automatic vending-machines contamination: a pilot study. *Glob. J. Health Sci.* 2016; 9(2): 63.
- California Department of Public Health. Water Vending Machine, Inspection Procedure & Operating Requirements; 2014.
- California Legislative Information. Bottled, Vended, Hauled, and Processed Water; 1995.
- Bartram J., Cotruvo J.A., Exner M., Fricker C., Glasmacher A., eds. *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-Water Safety: The Significance of HPCs for Water Quality and Human Health*. IWA Publishing; 2003.
- Liu H., Whitehouse C., Li B. Presence and persistence of Salmonella in water: the impact on microbial quality of water and food safety. *Front. Public Health*. 2018; 6: 159. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00159>
- Machdar E., van der Steen N.P., Raschid-Sally L., Lens P.N. Application of quantitative microbial risk assessment to analyze the public health risk from poor drinking water quality in a low income area in Accra, Ghana. *Sci. Total Environ.* 2013; 449: 134–42. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.048>
- Shehu A.U., Muhammad A., Sharif U., Tijjani R.B., Nura S. Assessment of bacteriological quality of vended water in jerry cans for domestic use in Zaria, Kaduna state, Nigeria. *J. Microbiol. Res.* 2022; 7(1): 13–9. <https://doi.org/10.47430/ujmr.2271.003>
- Eke S.S., Josiah J.G., Paul S., Umeasiegbu C.U., Nnaji C.I., Michael N.E., et al. Parasitological and bacteriological evaluation of selected vended sachet water in Sabo Metropolis, Kaduna state, Nigeria. *Int. J. Basic Appl. Med. Sci.* 2022; (12): 8–20
- Ebrahim A., Khan M.A., Usama A., Hussain A. Microbiological quality of drinking water from water dispenser machines. *Int. J. Environ. Sci. Dev.* 2015; 6(9): 710–3.
- Yongyod R. Drinking water quality and evaluation of environmental conditions of water vending machines. *Asia-Pac. J. Sci. Tech.* 2018; 23(1): 1–6.
- Wibuloutai J., Thanomsang P., Benjanit K., Mahaveerawat U. Microbial risk assessment of drinking water filtration dispenser toll machines (DFTMs) in Mahasarakham province of Thailand. *Water Supply*. 2019; 19(5): 1438–45. <https://doi.org/10.2166/ws.2019.016>
- Pimmason B. *Water quality and sanitary condition of the factory of water contained bottles registered to the food recipe in Vientiane City, the Lao People's Democratic Republic*. Diss. Thailand; 2009.
- Ministry of Public Health. Notification on the Consumption of Automatic Drinking Water Dispensers, Volume 362; 2013.
- Pratum C., Khananthal N. Assessment of factors affecting drinking water quality from free water dispenser in the higher education institution. *Int. J. Sci. Educ.* 2017; (12): 787–97.
- Hunter P.R. Drinking water and diarrhoeal disease due to *Escherichia coli*. *J. Water Health*. 2003; 1(2): 65–72.
- Handbook of Drinking Water Vending Machines. Business Detrimental to Health, in Public Health Act 1992 and the Ministry of Public Health. Bangkok; 2013.
- Picardal M.T., Rapirap E.M.G., Micame L.I., Tura M.J.B., Barrientos O.N., Kimilat R.A., et al. Drinking water quality from water vending machines in selected public schools in Cebu City, Philippines. *Environ. Sci. Sustain. Dev.* 2018; 3(1): 1–9. <https://doi.org/10.21625/essd.v3iss1.253>
- Administrative Order No. 2017–0010. Philippine National Standards for Drinking Water; 2017.
- Hashim N.H., Yusop H.M. Drinking water quality of water vending machines in Parit Raja, Bata Pahat, Jhor. *IOP Conf. Ser. Mat. Sci. Eng.* 2016; 136(1): 012053.
- Malaysian Food Regulation. Food Act; 1983.
- Vyucheykskaya D.S., Eremin G.B., Fridman K.B. The possibility of using nephelometry as a rapid method of viral pollution of drinking water. The experience of foreign countries. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2018; 13(2): 785–95. <https://elibrary.ru/ytukvv> (in Russian)
- Tan E.Y., Arifullah M., Soon J.M. Identification of *Escherichia coli* strains from water vending machines of Kelantan, Malaysia using 16S rRNA gene sequence analysis. *Expos. Health*. 2016; (8): 211–6.
- Muhammad M.S., Abdul-Wahab M.F., Saidin M.A.R., Asraf M.H., Malek N.A.N.N. Microbiological analysis of drinking water from water vending machines. *Mal. J. Fund. Appl. Sci.* 2020; 16(2): 186–9.
- Ibrahim F.B., Ogbozige F.J., Jimoh A.M. Variation in some water quality parameters in vended water from source to consumption: A case of Anguwar Liman area of Samaru-Zaria, Nigeria. *Calabar. J. Health Sci.* 2019; 3(2): 46–53.
- Murphy J.L., Kahler A.M., Nansubuga I., Nanyunja E.M., Kaplan B., Jothikumar N., et al. Environmental survey of drinking water sources in Kampala, Uganda, during a typhoid fever outbreak. *Appl. Environ. Microbiol.* 2017; 83(23): e01706-17. <https://doi.org/10.1128/AEM.01706-17>
- Ansahullah K.N., Shafie F.A. Water quality of water vending machines in Gombak, Selangor. *MAEH J. Environ. Health*. 2021; 3(2): 1–6.
- Tsvetkov A.S., Buymova S.A., Bubnov A.G., Buymov S.D. Assessment of the quality of drinking water in vending machines. In: *Actual Questions of Natural Sciences. Collection of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference [Aktual'nye voprosy estestvoznaniya. Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Moscow; 2022: 466–72. <https://elibrary.ru/hphgrk> (in Russian)