

ISSN 1817-7204 (Print)
ISSN 1817-7239 (Online)

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГА СПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 628.1.033:628.16
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-78-86>

Поступила в редакцию 16.02.2022
Received 16.02.2022

З. В. Ловкис

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию,
Минск, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИТЬЕВОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ

Аннотация. Огромная роль воды в жизни всех живых существ, и человека в том числе, связана с тем, что она является универсальным растворителем огромного количества химических веществ. Вода была одним из первых соединений, привлечших внимание ученых, тем не менее ее изучение еще не завершено. Она является сырьем для большого количества технологий во всех отраслях промышленности. Вода, применяемая для технологического процесса в пищевой промышленности, должна соответствовать гигиеническим требованиям и кроме очистки, снижения мутности и цветности требует коррекции солевого состава: удаления солей и молекулярно-растворимых соединений, снижения содержания ионов кальция и магния (умягчения воды), удаления отдельных элементов (бора, радона, нитратов, силикатов, других элементов), введения дозированного количества ионов (йодидов, фторидов, серебра, калия, кальция, кислот и щелочей) для достижения необходимого показателя pH. Водоподготовка питьевой и технологической воды проводится по разным технологиям с применением специального оборудования для очистки, обезжелезивания, обеззараживания, умягчения и других видов обработки. Приведены результаты исследований показателей качества и безопасности питьевой воды для детей, находящейся в торговых сетях Республики Беларусь, а также результаты клинических испытаний питьевой оксигенированной воды.

Ключевые слова: питьевая и технологическая вода, качество, безопасность, исследование, оксигенирование, обработка, мембранные технологии, щелочность

Для цитирования: Ловкис, З. В. Оценка показателей качества и безопасности питьевой и технологической воды / З. В. Ловкис // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2023. – Т. 61, № 1. – С. 78–86. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-78-86>

Zenon V. Lovkis

Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

ASSESSMENT OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF DRINKING AND PROCESS WATER

Abstract. The enormous role of water in the life of all living beings, including humans, is due to the fact that it is a universal solvent for a huge number of chemicals. Water was one of the first compounds to attract the attention of scientists, yet its study is still incomplete. Water is the basis of life and the raw material for a huge number of technologies in all industries. The water used for the technological process in the food industry must comply with hygienic requirements and, in addition to cleaning, reducing turbidity and color, requires correction of the salt composition: removal of salts and molecularly soluble compounds, reduction in the content of calcium and magnesium ions (water softening), removal of individual elements (boron, radon, nitrates, silicates, other elements), introduction of a dosed amount of ions (iodides, fluorides, silver, potassium, calcium, acids and alkalis) to achieve the required pH. Drinking and process water treatment is carried out according to different technologies with the use of special equipment for cleaning, iron removal, disinfection, softening and other types of treatment. The paper presents the results of studies of the quality and safety indicators of drinking water for children in the retail chains of the Republic of Belarus, as well as the results of clinical trials of drinking oxygenated water.

Keywords: drinking and process water, quality, safety, research, oxygenation, treatment, membrane technologies, alkalinity

For citation: Lovkis Z. V. Assessment of quality and safety indicators of drinking and process water. *Vesti Natsyyanal'nyay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2023, vol. 61, no. 1, pp. 78–86 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-78-86>

Введение. Вода химически не изменяется под действием большинства соединений, которые растворяет, и считается инертным растворителем. Это очень важно для всех живых организмов на нашей планете, поскольку необходимые их тканям питательные вещества поступают в водных растворах в сравнительно мало измененном виде. В природных условиях вода всегда содержит то или иное количество примесей, взаимодействуя не только с твердыми и жидкими веществами, но и растворяя газы. Все природные воды являются растворами тех или иных веществ, с которыми вода контактировала в процессе круговорота. Эти вещества могут быть полезны или вредны для человеческого организма при использовании воды для питьевых целей или в пищевой промышленности.

Вода может быть поверхностная (способна испаряться и возвращаться в виде дождя или снега на землю) и подземная (находится на глубине ниже 30 м от поверхности земли). Подземные воды содержат в основном природные компоненты – продукты растворения пород, с которыми контактировала вода. Чем глубже от поверхности земли залегает вода, тем больше она насыщена солями и минералами. Минеральная вода обладает определенными кислотно-щелочными химическими свойствами (родоновые, железистые, бромистые и т. д.), поэтому пользоваться ею необходимо по назначению врачей. Поверхностные воды интенсивно загрязняются отходами сельского хозяйства, промышленности, энергетики, городскими стоками и т. п. Состав таких вод зависит от большого количества факторов: времени года, дождей, наличия притоков, режима работы промышленных, сельскохозяйственных и муниципальных предприятий и других.

С каждым годом растет потребность людей в воде, пригодной для использования, и в то же время естественные воды непрерывно загрязняются деятельностью человека. «Сейчас более 1,2 млрд людей не имеют обработанной питьевой воды и более 3 млрд людей не имеют соответствующей обработки сточных вод, и это при ежегодном 80 млн росте населения» (World Bank Estimates).

Индустриальная деятельность человека сопровождается непрерывным сбросом многообразных по своему химическому составу сточных вод, которые, попадая в источники питьевой воды, создают серьезную угрозу здоровью людей. «Болезни, вызванные некачественной водой, – это растущая трагедия человечества. Из-за плохой воды в мире ежегодно умирает более 5 млн человек – это в 10 раз больше, чем погибает в войнах» (World Health Organization Estimates).

Цель работы – исследование влияния отдельных видов обработки питьевой и технологической воды на показатели безопасности и качества.

Основная часть. Среднестатистический белорус ежегодно потребляет воды, безалкогольных напитков и соков значительно меньше, чем рекомендует Министерство здравоохранения (табл. 1).

Таблица 1. Рекомендации и потребление воды и соков

Table 1. Recommendations and consumption of water and juices

Вид жидкости	Потребление, л/год	Рекомендация, л/год
Вода	640	730
Соковая продукция	14	30
Минеральная вода	20	120

Дополнительно вода поступает в организм человека с молоком и молочными продуктами (354,5 кг/год), овощами (143 кг/год), фруктами и ягодами (98,6 кг/год) [1].

В скором будущем питьевая и минеральная вода станет ценнейшим ископаемым, так как с каждым годом на Земле становится все меньше ее запасов. На первом месте по запасам пресной воды находится Бразилия, на втором – Россия, Беларусь входит в двадцатку стран с наибольшими запасами пресной воды. С целью бережного отношения к пресной воде проводится постоянная работа по очистке сточных вод, строительству новых гидросооружений и систем.

Качество воды должно удовлетворять определенным нормам, зафиксированным в СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», нормах Европейского сообщества (ЕС) – Директиве «О качестве питьевой воды, предназначенной для потребления человеком» 98/83/ЕС,

в международных рекомендациях Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «Руководство по контролю качества питьевой воды» 1992 г. и в нормах агентства по охране окружающей среды США (USEPA).

Питьевая вода подразделяется на две категории: первая (независимо от источника) и высшая (родниковая или артезианская). Основные требования к питьевой воде состоят в том, что она должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Качество и безопасность воды каждой категории определяется наличием в ней различных веществ неорганического и органического происхождения и микроорганизмов. У категорий есть свои особенности: подземные воды часто сильно минерализованы, имеют нестабильный разнообразный состав; поверхностные и питьевые воды, напротив, могут содержать определяемые компоненты в очень малых концентрациях. Диапазоны концентраций ионов бывают очень широкими – от долей (мкг/л) до единиц (г/л). Особенно важно определение загрязняющих воду компонентов, присутствие которых в воде нежелательно или недопустимо. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках распределения наружной и внутренней водопроводной сети.

Одним из потенциальных путей поступления тяжелых металлов в организм человека является употребление питьевой воды, поскольку ионы металлов являются обязательными компонентами природных вод. Кроме того, водные источники все чаще подвергаются загрязнению в результате хозяйственной деятельности человека.

Необходимость изучения химического состава воды, в том числе содержания тяжелых металлов в водоисточниках, используемых для питьевых и других нужд, на сегодняшний день приобретает особое значение. Это обусловлено тем, что трудности экономической ситуации заставляют население переходить к использованию поверхностных водотоков, являющихся менее надежными из-за их высокой подверженности воздействию различных природных факторов и антропогенных загрязнений, вместо подземных источников, более безопасных и химически стабильных.

Требования к воде, используемой для технологических нужд, определены в соответствующих ГОСТах, ОСТах, ТУ, ТИ и т. п. Для различных производств нормативные показатели значительно отличаются друг от друга как по допустимому содержанию различных химических и механических загрязнений, так и по специальным требованиям, например по биологической стерильности и т. п.

В пищевой промышленности, как правило, требуется вода, по солености близкая к водопроводной, но с ограничением по содержанию взвесей, железа, марганца, солей жесткости и часто по биозагрязнениям. Наиболее распространено использование умягченной воды для производства соков, водки, пива и других продуктов, а также для мытья упаковки. Для ряда пищевых производств вода является основным сырьем: для розлива питьевой воды – 100 %, производства соков – до 90 %, безалкогольных напитков – более 95 %, пива – 90 %, водки – 60 %.

Нами разработаны технические условия на воду питьевую газированную и негазированную ТУ РБ 00966671.164-96. Качество воды определяется, согласно СНиП, путем физического, химического и бактериологического анализа [2–4].

При физическом анализе воды определяют ее температуру, мутность (прозрачность), цветность, вкус и запах:

– температура рекомендуется 4...15 °С (8...12° – человеку, 7...15° – животным), для достижения указанной температуры воду охлаждают или подогревают;

– мутность воды характеризуется содержанием в ней взвешенных частиц (мг/л). Стандартом допускается мутность питьевой воды 1,5 мг/л, в исключительных случаях – не более 3 мг/л. Природные источники бывают маломутные (50 мг/л), средней мутности, мутные и высокомутные (2500 мг/л). Определяют мутность воды с помощью стеклянного цилиндрика, под дно которого помещается лист со шрифтом определенного размера, после отстоя воды считывается степень мутности;

– цветность определяют сравнением анализируемой воды с эталонами искусственно подкрашенной воды. Цветность выражается в градусах платино-кобальтовой шкалы (допустимо 20°);

– запах и привкус зависят от растворенных в воде солей, газов и других веществ. Оценивается по 5-балльной шкале при $t = 20$ °С. Питьевая вода должна иметь 0 баллов (оценка запаха по возрастающей). Эта оценка весьма субъективна.

При химическом анализе определяют сухой остаток, кислотность, жесткость, щелочность, содержание газов (углекислота, кислород) [5]:

– сухой остаток характеризует общее количество веществ, растворенных в воде, и определяется выпариванием с последующим высушиванием (допустимое значение 1000 мг/л);

– кислотность, или активную реакцию воды (рН), устанавливают химическим путем: если $\text{pH} < 7$ – кислая среда, $\text{pH} = 7$ – нейтральная, $\text{pH} > 7$ – щелочная; для питьевой воды кислотность определяется содержанием растворенных солей Са и Mg; при кипячении воды образуются карбонатные (рыхлые осадки) и некарбонатные (твердая накипь);

– жесткость измеряют в миллиграмм-эквивалентах на 1 л, для питьевой воды допускается до 7 мг-экв/л;

– щелочность – присутствие гидратов, карбонатов, бикарбонатов и солей слабых кислот (Fe, Mn, Cu и др.), допускается не более 0,3 мг-экв/л.

При бактериологическом анализе проводится оценка загрязненности воды микроорганизмами, которая характеризуется общим числом бактерий в 1 л, а также содержанием в 1 л воды кишечных палочек (коли-индекс), допускается до 3 коли-индексов в 1 л воды [2]. Очистка воды в большинстве случаев является сложной технической задачей, требующей разнообразного, а порой и уникального водоочистного оборудования.

В зависимости от источников водоснабжения, состава и других показателей качества вода подвергается обработке по разнообразным технологическим схемам (термическая, ионообменная, обратноосмотическая, электродиализная), предусматривающим различные способы водоподготовки: отстаивание и коагуляцию, обезжелезивание, умягчение, снижение щелочности, обеззараживание, деаэрирование и др. Оборудование для водоподготовки можно условно разделить на следующие виды: фильтры грубой очистки; осветлительно-сорбционные фильтры; установки умягчения; фильтры тонкой очистки; бактерицидные установки; установки корректировки рН среды; установки доочистки воды на основе технологии обратного осмоса.

Первый этап очистки заключается в удалении из нее механических примесей, окрашенных веществ и отдельных составляющих, в частности железа. Основные проблемы, которые должны решать системы осветления и обезжелезивания при подготовке воды пищевых производств, – снижение мутности и цветности воды, которые достигаются фильтрацией. Фильтры с порогом задерживания от 0,2 до 100 мкм проводят грубую очистку воды (от механических включений), дальнейшая обработка воды проводится фильтрами тонкой очистки, фильтрами для умягчения воды с катионообменной смолой, осветлительно-сорбционными фильтрами, предназначенными для удаления железа и марганца, взвешенных частиц, остаточного хлора, побочных продуктов хлорирования и органических веществ.

В последние 20–25 лет широкое применение находят мембранные технологии обработки воды, которые при подготовке питьевой воды позволяют надежно очищать исходную воду от примесей, вызывающих болезни, при обработке сточных муниципальных вод получать воду, пригодную для использования в промышленных целях, а при обработке промышленных сточных вод – воду, пригодную для повторного использования. Кроме того, с помощью мембран можно достаточно эффективно удалить соли из морской воды, то есть произвести обессоливание воды, что открывает огромные перспективы в получении питьевой и промышленной воды практически из неисчерпаемого источника [6].

Современные мембранные технологии, применяемые для водоснабжения и водоотведения, включают четыре вида: микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и гиперфильтрацию (обратный осмос) (табл. 2). Мембраны этих видов отличаются размером пор мембран и, соответственно, размером задерживаемых примесей. Процесс прохождения примесей через мембраны микрофильтрации и ультрафильтрации является процессом просеивания. В мембранах нанофильтрации и обратного осмоса процесс прохождения ионов и молекул через мембраны – это более сложный процесс диффузии, поэтому зависит от ряда факторов, таких как состав исходной воды, загрязнение мембран, заряд мембран и коэффициент концентрации солей.

Все виды мембран имеют определенные требования к качеству входной воды. Наименее требовательны к составу входной воды мембраны микро- и ультрафильтрации. Эти мембраны допускают обработку хлорированной воды, высокое содержание взвешенных частиц (от 50 до 40 000 мг/л в зависимости от типа мембран) и работают в широком диапазоне pH (от 1 до 13). Мембраны нанофильтрации и обратного осмоса предъявляют достаточно высокие требования к качеству входной воды. Обычно требуется предварительная обработка воды, которая заключается в удалении взвешенных частиц, растворенного железа и нейтрализации окислителей.

Т а б л и ц а 2. Мембранные технологии очистки воды

Table 2. Membrane technologies for water treatment

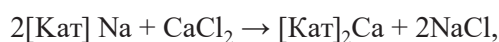
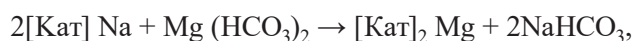
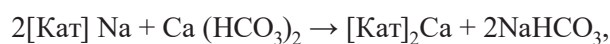
Вид технологии	Размер пор, мкм	Размер удаляемых молекул, дальтон	Рабочее давление, бар	Энергопотребление, кВт·ч/м ³
Микрофильтрация	0,01–1	>100 000	<2	0,1–0,2
Ультрафильтрация	0,001–0,01	2000–100 000	1,5–7	0,1–0,2
Нанофильтрация	0,0001–0,001	300–1000	3,5–20	0,2–0,8
Обратный осмос	<0,0001	100–300	15–70	0,9–3,7

Установки мембранной фильтрации удобны в эксплуатации ввиду их достаточно высокого уровня автоматизации, но требуют тщательного соблюдения технологии их эксплуатации. Все виды мембран нуждаются в периодической промывке и очистке, в том числе в химически усиленной очистке. Несоблюдение технологии эксплуатации может привести к необратимым процессам загрязнения и порче мембран.

Вода, применяемая для технологического процесса в пищевой промышленности, должна соответствовать гигиеническим требованиям и кроме очистки, снижения мутности и цветности требует коррекции солевого состава: удаления солей, снижения содержания ионов кальция и магния (умягчения воды), удаления отдельных элементов (бора, радона, нитратов, силикатов, других элементов), введения дозированного количества ионов (иодидов, фторидов, серебра, калия, кальция, кислот и щелочей) для достижения необходимого показателя pH. Снижения солесодержания воды можно достичь с помощью применения технологии нанофильтрации и обратного осмоса.

Для проведения процесса химического обессоливания воды применяются установки периодического и непрерывного действия в виде вертикальных прямоточных ионообменных фильтров, работающие на катионообменных или анионообменных смолах и оснащенные автоматической системой управления и резервуарами для приготовления регенерационного раствора. В зависимости от типа используемой ионообменной смолы регенерация установок обессоливания проводится раствором соляной кислоты или гидроксида натрия. Обессоливание воды с общим солесодержанием не более 5,0 г/л проводится на обратноосмотических установках (тонкость фильтрации 5 мкм).

Для возможного выпадения солей в осадок при хранении бутилированной питьевой воды, пива, соков, алкогольной продукции необходимо проводить технологическую операцию по снижению ее жесткости – удаления части солей (умягчения). Жесткость воды при производстве пищевых продуктов согласно требованиям должна составлять 0,1...0,2 мг-экв/л. Для умягчения воды используется метод натрий-катионирования: при фильтрации через слой катионита ионы натрия, связанные с активными группами катионита, замещаются ионами кальция и магния из обрабатываемой воды:



После такой обработки общая жесткость воды снижается до 0,1...0,2 мг-экв/л. Из воды также удаляются ионы тяжелых металлов, железа, марганца. Общая щелочность воды при натрий-катионировании практически не изменяется, а сухой остаток возрастает на 2–5 %.

Одна из характеристик технологической воды, используемой в производстве пива и напитков, – щелочность (выражают количеством миллиграмм-эквивалентов указанных ионов в 1 дм³ воды). Щелочные свойства отрицательно влияют на технологический процесс как в пивоварении, так и в безалкогольном и слабоалкогольном производстве.

Показатель пригодности воды по щелочности находят из соотношения

$$P_{щ} = Ж_{Ca} / Щ_0,$$

где $Ж_{Ca}$ – содержание ионов кальция, мг-экв/дм³; $Щ_0$ – общая щелочность, мг-экв/дм³.

Вода, имеющая $P_{щ} < 1$, повышает рН затора, а имеющая $P_{щ} > 1$ понижает. При значениях $P_{щ} = 1$ и выше вода считается пригодной для технологических целей.

Для достижения необходимой щелочности применяются ионообменные технологии: две колонны одинакового размера, внутри которых находится слабокислотный катионит и поддерживающий слой гравия, система распределения потоков обеспечивает непрерывный режим работы (одна колонна в рабочем режиме, другая в резерве), по мере истощения емкости катионита проводится промывка и регенерация.

Железо в воде на сегодняшний день является самым распространенным загрязнителем. Вода с повышенным содержанием железа до 15 мг/л и рН 6,8...8,5 неприятна на вкус, имеет бурый цвет, образует заторы в трубопроводах и повреждает водопроводную арматуру, создает условия для реактивации бактерий. Использование железосодержащих вод в пищевой промышленности недопустимо в связи с тем, что такая вода будет неблагоприятно влиять на органолептические свойства выпускаемой продукции. Для обезжелезивания воды применяют технологии аэрации с последующей фильтрацией, использование катализаторов с применением марганцевого гринсада.

В настоящее время проведена гармонизация гигиенических нормативов Республики Беларусь с требованиями международных организаций и стандартами качества питьевой воды Евросоюза. Предельно допустимые уровни канцерогенных веществ в воде гармонизированы с рекомендациями ВОЗ, ЕС и стандартами развитых стран. Откорректированы допуски на неорганические вещества и установлены ПДК для ранее ненормированных веществ: алюминий – 0,2 (0,5) мг/л, барий – 0,7 мг/л, никель – 0,02 мг/л, свинец 0,01 мг/л, сурьма – 0,05 мг/л, уран – 0,1 мг/л, сульфиты – 0,003 (по Н₂S) мг/л, аммиак – 1,5 мг/л. Сегодня в практике применяется метод ионной хроматографии для определения неорганических анионов, органических кислот, неорганических катионов, аминов и переходных металлов в воде [7, 8]. В табл. 3 приведены отдельные показатели воды для детей, изготовленной производителями Российской Федерации и Республики Беларусь.

Периодически целесообразно проводить доклинические и клинические исследования воды с целью установления влияния на жизнеобеспечивающие органы человека, выработки рекомендаций и т. д. [9, 10]. В Научно-практическом центре НАН Беларуси по продовольствию проведены клинические испытания воды, обогащенной кислородом. Результаты исследований показали, что дополнительный прием оксигенированной воды в объеме 2 л в течение 10 дней не оказывает негативного влияния на состав тела, уровень метаболических процессов, гидратацию организма, общее качество физиологических процессов и степень их сбалансированности у группы взрослых добровольцев, что свидетельствует о стабильности работы организма в целом и характеризуется нормальными показателями вегетативной и центральной регуляции, анаболизма, катаболизма, функциональных резервов организма и активностью регуляторных систем [11–13].

У взрослых добровольцев также отмечено улучшение энергетического обеспечения ряда органов и систем, в частности спинного мозга и системы выделения (мочевого пузыря). В группе детей, которые употребляли дополнительно 1 л оксигенированной воды в день, через 10 дней приема наблюдалось улучшение функционирования вегетативной нервной системы организма и сдвиг баланса рефлексии в сторону снижения активности симпатической нервной системы. Положительные сдвиги отмечены в ритмической активности сердца, в первую очередь за счет усиления автономии работы синусного узла. Кроме того, прием оксигенированной воды способствовал увеличению физической выносливости детей, выражающейся в способности выполнять большее число физических упражнений за определенный период времени.

Таблица 3. Основные показатели качества и безопасности воды для детей, находящейся в торговых сетях Республики Беларусь

Table 3. The main indicators of the quality and safety of water for children in the trade networks of the Republic of Belarus

Отдельные показатели	Гигиенический норматив	«Зеленая долина» для детей «Агуша», Россия	«Фруто-Няня вода детская», Россия	«Кап-Лик», Россия	«Дарида», Беларусь	«Марьюшка», Беларусь
Органолептические (физико-химические)						
рН, ед.	6,5... 8,5	7,6	6,8	6,6	7	8,1
запах, баллы	<1	0	0	0	0	<1
привкус, баллы	0	0	0	0	0	0
прозрачность, ЕМФ	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1
цветность, град.	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Солевой состав						
сухой остаток, мг/дм ³	<500	255	338	451	289	197
жесткость, мг-экв/дм ³	<7	4,2 ± 0,6	6,2 ± 1	5,8 ± 0,8	8,8 ± 1,4	3,4
щелочность, мг-экв/дм ³	<6,5	3,4	0,65	0,65	–	–
гидрокарбонатион, мг/дм ³	<400	207,4	39,7	39,7	–	9
фториды, мг/дм ³	0,5...1,2	0,18	0,86	0,66	–	0,6
калий, мг/дм ³	20	<0,05	1,1	<0,05	8,2	2,93
кальций, мг/дм ³	25...80	73	63	87	99	42,8
магний, мг/дм ³	5...50	13	23	20	21	10,3
нитраты, мг/дм ³	<5	<0,5	1,5	<0,5	0,8	1,2
Органические загрязнения						
аммонийный азот, мг/дм ³	<0,05	0,019	0,008	0,012	–	–
нитриты, мг/дм ³	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	0,007
окисляемость, мгО ₂ /дм ³	<2	0,31	0,28	0,35	1,05	1,4
Токсичные металлы						
железо, мг/дм ³	<0,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,001
медь, мг/дм ³	<1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
марганец, мг/дм ³	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,026
литий, мг/дм ³	<0,03	0,012	<0,001	<0,001	0,01	0,004
натрий, мг/дм ³	<20	3,4	11	15	12	4,51
Микробиологические показатели						
общее микробное число (ОМЧ), КОЕ/см ³ за 72 ч	<100	100	<1	14	10	12
количество общих колиформных бактерий (ОКБ) в 100 мл	отсутствует	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.

Выводы. 1. Вода, применяемая для питья и технологического процесса в пищевой промышленности, должна соответствовать Санитарным правилам и нормам 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99» и при подготовке подвергаться очистке, снижению мутности и цветности, коррекции солевого состава: удалению солей, снижению содержания ионов кальция и магния (умягчению воды), удалению отдельных элементов (бора, радона, нитратов, силикатов, других тяжелых элементов), введению дозированного количества ионов (иодидов, фторидов серебра, калия, кальция, кислот и щелочей) для достижения необходимого показателя рН.

2. Снижения солесодержания воды можно достичь с помощью применения технологии нанофильтрации и обратного осмоса. Для избежания выпадения солей в осадок при хранении бутилированной питьевой воды, пива, соков, алкогольной продукции необходимо проводить технологическую операцию по снижению ее жесткости (умягчению).

3. По результатам исследований питьевой воды для детей различных производителей в условиях Республиканского контрольно-испытательного комплекса РУП «Научно-практический центр

Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» установлены основные показатели качества и безопасности.

4. По результатам клинических испытаний приема оксигенированной воды у взрослых добровольцев отмечено улучшение энергетического обеспечения ряда органов и систем, в частности спинного мозга и системы выделения (мочевого пузыря). В группе детей, которые употребляли дополнительно 1 л оксигенированной воды в день, через 10 дней приема наблюдалось улучшение функционирования вегетативной нервной системы организма, увеличение физической выносливости у детей, выражающейся в способности выполнять большее число физических упражнений за определенный период времени.

Список использованных источников

1. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды / Л. С. Алексеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 152 с.
2. Аристова, Н. А. Физические методы получения экологически чистой активированной воды / Н. А. Аристова, И. М. Пискарев, В. А. Ушканов. – М.: Моск. гос. ун-т, 2009. – 86 с. – (Препринт / НИИЯФ МГУ; № 2009-12/856).
3. Пригун, И. В. Коррекция солевого состава воды для пищевых производств / И. В. Пригун, М. С. Краснов // Пищевая пром-сть. – 2006. – № 4. – С. 36–38.
4. Технология водоподготовки в производстве безалкогольных и слабоалкогольных напитков / Е. Т. Зуев [и др.] // Пиво и напитки. – 2003. – № 2. – С. 64–65.
5. Васильев, В. П. Аналитическая химия: в 2 кн. / В. П. Васильев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2002. – Кн. 2: Физико-химические методы анализа. – 383 с.
6. Белогорский, А. А. Тенденции и перспективы применения мембранных технологий в системах водоснабжения и водоотведения / А. А. Белогорский, В. К. Лапшин // Питьевая вода. – 2006. – № 2. – С. 9–13.
7. Красовский, Г. Н. Гармонизация гигиенических нормативов с зарубежными требованиями к качеству питьевой воды / Г. Н. Красовский, Н. А. Егорова // Гигиена и санитария. – 2005. – № 2. – С. 10–12.
8. Рыбакова, Е. В. Высокоэффективная ионная и жидкостная хроматография для анализа продуктов питания для детей / Е. В. Рыбакова // Пищевая пром-сть. – 2005. – № 3. – С. 24–26.
9. The primo vascular system as a new anatomical system / M. Stefanov [et al.] // J. Acupunct. Meridian Stud. – 2013. – Vol. 6, № 6. – P. 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2013.10.001>
10. Fleming, N. Ingestion of oxygenated water enhances lactate clearance kinetics in trained runners / N. Fleming, J. Vaughan, M. Feedback // J. Int. Soc. Sports Nutr. – 2017. – Vol. 14, № 1. – Art. 9. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0166-y>
11. Исследования функциональности воды, обогащенной кислородом, в условиях клиники / З. В. Ловкис [и др.] // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2020. – № 1 (47). – С. 36–45.
12. Корзан, С. И. Разработка технологии обогащения воды кислородом / С. И. Корзан, З. В. Ловкис // Наука, питание и здоровье: материалы II Междунар. конгр., Минск, 3–4 окт. 2019 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию; под общ. ред. З. В. Ловкиса. – Минск, 2019. – С. 433–438.
13. Марков, А. А. Разработка и научное обеспечение системы процессов насыщения воды кислородом: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / А. А. Марков. – Воронеж, 2013. – 208 л.

References

1. Alekseev L. S. *Water quality control*. Moscow, INFRA-M Publ., 2004. 152 p. (in Russian).
2. Aristova N. A., Piskarev I. M., Ushkanov V. A. *Physical methods for producing environmentally friendly activated water: preprint, no. 2009-12/856*. Moscow, Lomonosov Moscow State University, 2009. 86 p. (in Russian).
3. Prigun I. V., Krasnov M. S. Correction of the salt composition of water for food production. *Pishchevaya promyshlennost' = Food Processing Industry*, 2006, no. 4, pp. 36–38 (in Russian).
4. Zuev E. T., Grigoriev V. I., Karavaeva S. A., Solotnov A. F. Technology of water preparation in manufacture of nonalcoholic and gentle alcoholic beverages. *Pivo i napitki = Beer and Beverages*, 2003, no. 2, pp. 64–65 (in Russian).
5. Vasil'iev V. P. *Analytical chemistry. Book. 2. Physical and chemical methods of analysis*. 2nd ed. Moscow, Drofa Publ., 2002. 383 p. (in Russian).
6. Belogorskii A. A., Lapshin V. K. Trends and prospects for the use of membrane technologies in water supply and sanitation systems. *Pit'evaya voda [Drinking Water]*, 2006, no. 2, pp. 9–13 (in Russian).
7. Krasovsky G. N., Yegorova N. A. Harmonization of hygienic standards with the foreign requirements for the quality of drinking water. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation*, 2005, no. 2, pp. 10–12 (in Russian).
8. Rybakova E. V. High performance ion and liquid chromatography for the analysis of food products for children. *Pishchevaya promyshlennost' = Food Processing Industry*, 2005, no. 3, pp. 24–26 (in Russian).
9. Stefanov M., Potroz M., Kim J., Lim J., Cha R., Nam M.-H. The primo vascular system as a new anatomical system. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 2013, vol. 6, no. 6, pp. 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2013.10.001>
10. Fleming N., Vaughan J., Feedback M. Ingestion of oxygenated water enhances lactate clearance kinetics in trained runners. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2017, vol. 14, no. 1, art. 9. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0166-y>

11. Lovkis Z. V., Sadouski A. A., Shylau V. V., Beliakova N. I., Zhurnia H. A. Clinical study of functionality of water saturated with oxygen. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food Industry: Science and Technology*, 2020, vol. 13, no. 1 (47), pp. 36–45 (in Russian).

12. Korzan S. I., Lovkis Z. V. Development of technology of enrichment of water bydrinking oxygen. *Nauka, pitanie i zdorov'e: materialy II Mezhdunarodnogo kongressa (Minsk, 3–4 oktyabrya 2019 g.)* [Science, nutrition and health: proceedings of the 2nd International congress, Minsk, October 3–4, 2019]. Minsk, 2019, pp. 433–438 (in Russian).

13. Markov A. A. *Development and scientific support of the system of processes of water saturation with oxygen*. Voronezh, 2013. 208 p. (in Russian).

Информация об авторе

Ловкис Зенон Валентинович – академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lovkis_zv@mail.ru

Information about the author

Zenon V. Lovkis – Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, D. Sc. (Engineering), Professor, Chief Researcher, Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova Str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lovkis_zv@mail.ru