

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ

УДК 628.161

*З. В. ЛОВКИС, М. В. ПРАНОВИЧ**

ВОДОПОДГОТОВКА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НПЦ НАН Беларусі па прадовольствію

**Белорусский государственный технологический университет, Минск*

(Поступила в редакцию 20.09.2005)

Проблема использования высококачественной продукции в пищевой и перерабатывающей промышленности является одной из ключевых.

Для ряда пищевых производств требуется вода с особыми свойствами. Водоснабжение таких производств осуществляется из подземных источников. В природных условиях вода взаимодействует не только с твердыми и жидкими веществами, а растворяет также и газы, поэтому всегда содержит некоторое количество примесей. Эти вещества могут быть полезны или вредны для человеческого организма.

Технология водоподготовки для пищевой промышленности зависит от качества исходной воды и предъявляемых к ней требований. Как показывает практика внедрения систем водоподготовки для пищевой промышленности, большинство традиционных методов, используемых в практике водоподготовки, не подходят для этой задачи. Такие методы, как дистилляция, электродиализ, экстракция и др., не применимы по целому ряду признаков: дороговизны, большого расхода электроэнергии, сложности аппаратного исполнения. Важным фактором является и отсутствие санитарно-эпидемиологических заключений на использование тех или иных методов получения питьевой воды.

Применение новых технологий водоподготовки в пищевой промышленности позволяет в большей степени обезопасить население, а также увеличить сроки хранения и годности производимой продукции.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды. Для пищевых производств существуют объективные показатели качества воды, которые должны соблюдаться непосредственно при ее использовании. Питьевая вода по своему качеству в естественном состоянии или после обработки должна отвечать установленным нормативным требованиям.

Качество воды должно удовлетворять определенным нормам [5], зафиксированным в СанПиН 2.3.4.10–47–2005 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества», нормах Европейского сообщества (ЕС) – директива «По качеству 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). Основные показатели качества питьевой воды представлены в таблице.

Качество воды, используемой в пищевой промышленности, влияет на вкусовые качества конечного продукта, а также на их годность и сроки хранения. Необходимо отметить, что хорошо подготовленная, очищенная вода при производстве продуктов питания увеличивает сроки хранения и сохраняет вкусовые качества.

Показатели качества питьевой воды

Показатель	Значение (не более)	
	СанПиН	ЕС
<i>Обобщенные показатели</i>		
Жесткость воды (общая), мг-экв/л	7,0	1,2
Водородный показатель, pH	6–9	6,5–8,5
Сухой остаток, мг/л	1000	1500
Цветность, град	20	20
Запах, баллы	2	2 при 12°C
Привкус, баллы	2	2 при 12°C
<i>Неорганические соединения</i>		
Аммоний, мг/л NH ₄	–	0,5
Алюминий, мг/л	<0,5	0,2
Железо, мг/л	<0,3	0,2
Кальций, мг/л	30–140	–
Магний, мг/л	>10	50
Медь, мг/л	1	–
Мышьяк, мг/л	0,01	0,05
Ртуть, мг/л	0,5	0,001
Свинец, мг/л	<0,01	0,01
Хром, мг/л	<0,01	0,05
<i>Органические соединения</i>		
Общие углеводы	<0,1	0,01
Фенол	0,001	0,0005
<i>Нормативы</i>		
Микробиологические и паразитологические показатели, число спор и бактерий в 1 мл	Отсутствуют	Отсутствуют
Общая α-радиоактивность, Бк/л	0,1	–
Общая β-радиоактивность, Бк/л	1,0	–

В основе гигиенических требований к качеству воды для питьевых и бытовых нужд лежит принцип безопасности в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредности по химическому составу и благоприятности по органолептическим свойствам.

Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках распределения наружной и внутренней водопроводной сети [3].

Для того чтобы добиться высокого качества выпускаемой продукции, необходимо использовать воду, полностью соответствующую современным нормативным и технологическим стандартам.

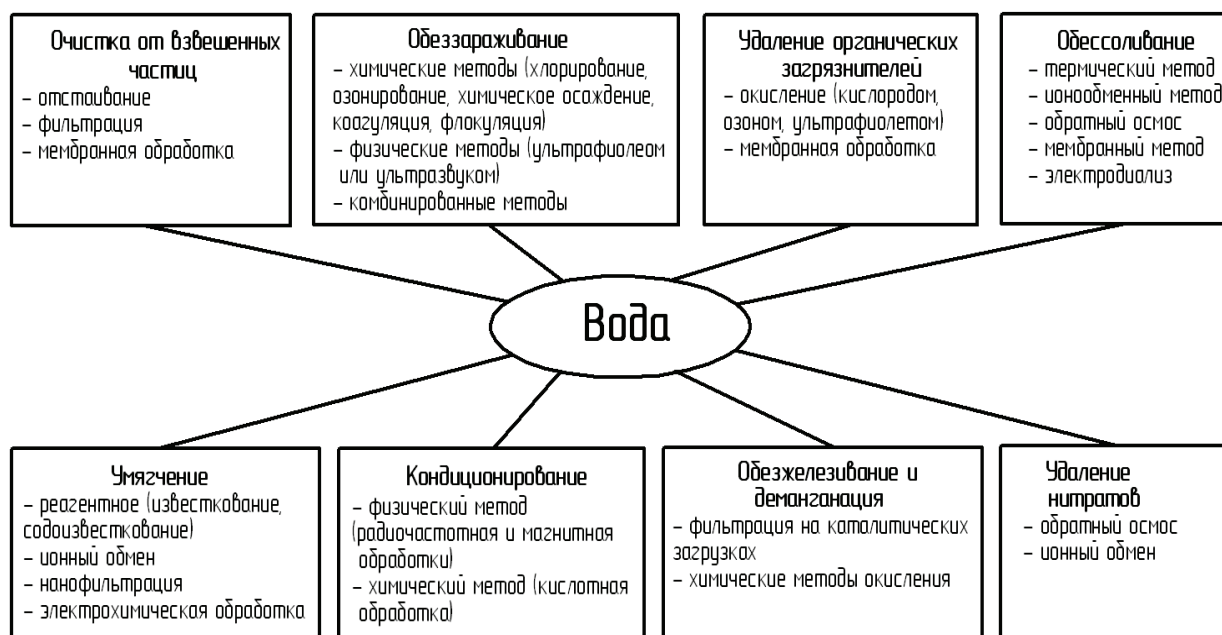
В пищевой промышленности распространено использование умягченной воды. Для ряда пищевых производств она является основным сырьем, %: для розлива питьевой воды – 100, производства соков – до 90, безалкогольных напитков – более 95, пива – 90, водки – 60.

Методы и способы водоподготовки. При проектировании установки водоподготовки учитывают состав исходной воды и показатели конечного продукта, так как в процессе водоподготовки изменяются химические, физические и биологические свойства воды. Основные технологические приемы водоподготовки, которые реализуются различными методами, схематично представлены на рисунке.

Если в качестве источника водоснабжения для приготовления продуктов питания используются поверхностные или подземные воды, требуется проведение тщательной предварительной очистки.

Очистка от взвешенных частиц может быть осуществлена с помощью отстаивания, фильтрации на засыпных и мембранных фильтрах.

Фильтрация самый распространенный метод отделения твердых частиц от жидкости. В процессе очистки происходит задержание взвешенных веществ в порах фильтрующего материала. В качес-



Методы и способы водоподготовки

Все элементы очистки используют сетки и картриджи со степенью фильтрации от 0,05 до 1 мм (в зависимости от уровня загрязнений). В технике подготовки воды наиболее широко применяют скорые напорные фильтры. В качестве засыпного материала (в зависимости от целей фильтрации) применяется кварцевый песок, антрацит, доломит.

Применение микрофильтрации при производстве слабоалкогольных изделий позволяет значительно улучшить качество напитков, избежать попадания механических включений в выпускаемую продукцию. Фильтр тонкой очистки целесообразно устанавливать в конце линии розлива.

По заключению ВОЗ, наиболее опасно микробное загрязнение воды, так как оно часто приводит к заражению значительной части населения, поэтому проблема микробиологической безопасности воды является важнейшей на сегодняшнем этапе развития человечества.

Кипячение воды помогает избавиться от содержащихся в ней болезнетворных микробов. Но оно никак не влияет на наличие в воде железа, цинка, фенолов, солей тяжелых металлов, радиоактивных элементов. В некотором отношении обычное бытовое кипячение поощряет неблагоприятную реакцию между хлором и органикой, в то время как вредные компоненты уничтожаются лишь при длительном нагреве под давлением.

Обеззараживание воды, или ее дезинфекция, заключается в полном освобождении воды от болезнетворных бактерий. Наиболее распространенным методом является хлорирование. Это объясняется высокой эффективностью, простотой используемого технологического оборудования, дешевизной применяемого реагента (жидкого или газообразного хлора) и относительной простотой обслуживания. Хлор действует продолжительное время, но не всегда полностью удаляет бактерии [4].

Все большее распространение, особенно на небольших станциях водоподготовки, приобретают установки по производству активных хлорсодержащих реагентов электрохимическими методами. Кроме этого применяется обработка воды бромом и йодом, а также активированным углем с содержанием серебра.

В последнее время широко обсуждается возможность прямой замены хлора озоном в процессе подготовки питьевой воды. Озон – одно из самых сильных окислительных средств. Среди известных окислителей он занимает второе место по окисляющей способности, в то время как известный кислород только двенадцатое [2].

Основанием для рассмотрения озона как альтернативы хлору послужили некоторые преимущества этого реагента по сравнению с другими окислителями, применяемыми в технологии водоподготовки. Особенным преимуществом применения озона во всех областях является то,

что он не дает нежелательных побочных продуктов, так как неиспользованный озон распадается и снова образует двухатомный кислород. Так, высокая биоцидная активность озона, особенно к спорам, бактериям, вирусам и цистам простейших, гарантирует высокий уровень обеззараживания воды, а высокий окислительный потенциал позволяет одновременно с обеззараживанием воды снизить ее цветность, содержание железа, марганца, а также устранить запахи и привкусы. Озон не только быстро и эффективно обеззараживает воду, но и дает возможность сохранять ее в герметично закрытых емкостях длительный срок.

При обеззараживании с помощью ультрафиолетовых лучей уничтожаются не только вегетативные, но и споровые формы бактерий, а органолептические свойства воды не изменяются. Важно отметить, что поскольку при УФ-облучении не образуются токсичные продукты, то не существует верхнего порога дозы. Увеличением дозы УФ-излучения почти всегда можно добиться желаемого уровня обеззараживания.

Обеззараживание питьевой воды с помощью ультразвука основано на способности его вызывать кавитацию – образование пустот, создающих большую разность давления, что ведет к разрыву клеточной оболочки и гибели бактериальной клетки. Бактерицидное действие ультразвука разной частоты весьма значительно и зависит от интенсивности звуковых колебаний.

Органические вещества, присутствующие в воде в виде природных и техногенных соединений, подвергаются *удалению*. Разрушение (окисление) производится сильными окислителями, такими как: кислород, озон, хлор, а также жестким ультрафиолетом.

Эффективно удаляются многие органические соединения при добавлении в воду перманганата калия и ее фильтрации через каталитический материал. Извлечение органических веществ может быть осуществлено сорбцией, коагуляцией и мембранными методами.

Использование хлорированной водопроводной воды вызывает неприятные ощущения у многих людей и совершенно недопустимо для многих технологических процессов. Так, в пищевой промышленности возможно изменение цвета и резкое ухудшение вкуса продуктов. Однако во многих таких производствах для дезинфекции воды ее обрабатывают большими дозами хлора, который затем необходимо извлечь. Удаление хлора осуществляется при пропускании воды через активированный уголь. На загрузке происходит восстановление активного хлора до аниона Cl^- . Для загрузки сорбционных фильтров используют активированные угли марок БАУ-А, АГ-3 и др.

Наличие определенных солей в воде приводит к нарушению режима обработки, снижению сроков годности продукта и другим отрицательным явлениям. Процесс уменьшения содержания растворенных солей называется *обессоливанием*. Встречаются разные технологии, одной из них является обратноосмотическое обессоливание, которое заключается в продавливании раствора через полупроницаемые мембраны. В результате растворенные вещества задерживаются в фильтре. Одним из главных достоинств обратноосмотического обессоливания являются сравнительно низкие энергозатраты и модульность процесса. В основном такую очистку проводят на модулях рулонного типа.

Одна из характеристик технологической воды, используемой в производстве напитков, – щелочность. Щелочные свойства отрицательно влияют на технологический процесс как в пивоварении, так и в безалкогольном и слабоалкогольном производстве. В производстве напитков щелочность воды снижает кислотность напитка, поэтому должен быть увеличен расход лимонной кислоты. Остаточную кислотность снижают декарбонизацией, повышением некарбонатной жесткости и нейтрализацией, при которой карбонатная жесткость в результате добавления кислот переводится в некарбонатную. Декарбонизацию можно производить кипячением, добавлением гашеной извести или ионообменным способом.

В пищевой промышленности жесткая вода ухудшает качество продуктов, вызывая выпадение солей при хранении. Это характерно для бутилированной питьевой воды, пива, соков, водки. При мытье стеклянной тары остаются разводы и потеки. Поэтому жесткость воды, используемой для приготовления различных продуктов питания, должна находиться на уровне 0,1–0,2 мг-экв/л.

Для снижения жесткости воды в настоящее время применяют разнообразные технологические приемы. В ряде пищевых производств воду подвергают *умягчению*. Наибольшее распространение получил метод умягчения на синтетических ионообменных смолах. При очистке ионы жесткости воды заменяются на ионы натрия смолы. Во время регенерации ионообменной смолы раствором поваренной соли осуществляется обратный процесс: ионы натрия из поваренной соли заменяются на ионы солей жесткости, задержанные смолой.

Также для умягчения воды применяются сульфоугли и цеолиты.

Активированные угли не являются ионообменными материалами, но тоже могут умягчать воду. Это обусловлено первоначально содержащимся в угле карбонатам натрия и калия. При вымывании их из угля происходит процесс, сходный с реагентным способом умягчения.

Наряду с необходимостью обеспечить содержание токсичных веществ в концентрациях, ниже допустимых, часто требуется, чтобы в ней присутствовали полезные для данного производства вещества в заданных количествах, соблюдались определенные значения рН-фактора и щелочности. Процесс доведения состава воды до заданных, необходимых для данного процесса, параметров называют *кондиционированием*. Он включает ряд операций, при которых удаляются загрязнения, а затем вводятся соответствующие реагенты.

В воде из природных источников наблюдается дефицит фтора и йода. Для производства соков и питьевой воды необходимо поддержание не только заданного солевого состава, но и определенной щелочности. В производстве пива требования к составу воды противоречивы, например, необходимо иметь достаточное количество солей кальция при отсутствии магния. Обычными способами селективно извлечь магний невозможно, поэтому часто используют метод обессоливания воды с последующим вводом необходимых реагентов. Таким образом создают солевой состав воды, необходимый для производства определенного сорта пива данного производителя.

Для очистки воды от железа и марганца применяются методы *обезжелезивания и деманганации*. В последнее время используются принципиально новые продукты, такие как: Гринсенд, Бирм, магнетит и др. Элементы такого типа применяются в качестве каталитических загрузок фильтров [3]. Образующаяся гидроокись отфильтровывается тут же на загрузке.

Для удаления из воды веществ, вызывающих нежелательные привкусы и запахи, применяют следующие методы ее обработки: аэрацию, окисление хлором, озоном, перманганатом калия и другими окислителями; сорбцию активным углем. Аэрация воды является наиболее простым способом ее дезодорации, основанным на летучести большинства веществ, обуславливающих привкусы и запахи [1]. Аэрацию воды осуществляют на градирнях до введения в нее окислителей во избежание их потерь.

Удаление нитратов и нитритов производится обратным осмосом и ионным обменом. В условиях интенсивного использования полных доз минеральных удобрений сельскохозяйственными предприятиями в воде поверхностных источников присутствуют соединения азота в виде нитратов и нитритов. Установленные нормы на содержание нитратов составляют менее 45 мг/л, нитритов – менее 3 мг/л.

Выводы

Проблема очистки воды, используемой для производства продуктов питания, от различных загрязнений имеет огромное значение. С помощью перечисленных современных методов водоподготовки можно получить высокоочищенную воду и в дальнейшем использовать ее в качестве сырья, в частности в пищевой промышленности и бытовых целях.

На сегодняшний день наиболее рациональным является озонирование воды с последующей обработкой на засыпных фильтрах. Озон является очень мощным окислителем и дезинфицирует воду в несколько раз быстрее хлора. Технология озонирования с адсорбированием дает возможность удалить из воды самый широкий спектр вредных для человека веществ, бактерий, вирусов и патогенных микроорганизмов. С помощью активированного угля улучшаются вкусовые качества и улучшается запах. Технология совместной озоновой обработки с адсорбированием является наиболее перспективной для очистки и обеззараживания воды, обладает высокой эффективностью по отношению к патогенным микроорганизмам, не приводит к образованию вредных побочных продуктов.

Литература

1. Громогласов А. А., Копылов А. С., Пильщиков А. П. Водоподготовка: Процессы и аппараты. Учеб. пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Лунин В. В., Попович М. П., Каченко С. Н. Физическая химия озона. М.: Изд-во МГУ, 1998.
3. Рябчиков Б. Б. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. М.: ДеЛи Принт, 2004.
4. Фоминых А. Е. Современная технология подготовки питьевой воды: Учеб. пособие. Новосибирск: НГАС, 1993.
5. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. СанПиН 2.3.4.10-47-2005. Министерство здравоохранения РБ. Минск, 2005.

Z. V. LOVKIS, M. V. PRANOVICH

WATER PURIFICATION IN FOOD INDUSTRY

Summary

This article discusses the basic ways of water-preparation in food industry; a water-preparation plan with elements of disinfecting for production of drinking water and drinks is given. The analysis shows that water should meet definite microbiological requirements. In order to reduce its fatal influence on the health of people the clearing and preparation of water are necessary. Development of techniques and means of clearing without chemical technologies, including ozone treatment technologies, allows one to lower and to get rid of application of chemical compounds and reagents. Therefore, the questions of development of safe technologies and means for water preparation and treatment are actual and well timed.