

# Обеззараживание воды ультрафиолетовым облучением при производстве напитков

**В.С. Исаева, Н.М. Степанова**

*ВНИИ пивоваренной и винодельческой промышленности*

**А.В. Красочуб, Ю.В. Царакаев**

*НПО «ЛИТ»*

При производстве напитков большое значение имеет микробиологическое состояние воды. Наличие в воде бактерий группы кишечных палочек (БГКП) ухудшает санитарное состояние производства, а если в воде содержатся микроорганизмы, способные размножаться в напитке, она может быть источником инфицирования напитка микроорганизмами, изменяющими его вкус и аромат и ухудшающими его стойкость. Вследствие этого удаление микроорганизмов из воды имеет существенное значение для обеспечения качества и стойкости напитков.

Проблема обеззараживания воды при производстве напитков имеет несколько аспектов:

обеззараживание питьевой воды с целью доведения ее микробиологических показателей до значений, определяемых СанПиН 2.1.4.559–96 [1];

обеззараживание питьевой воды с целью получения практически стерильной (обеспоженной) воды, используемой на определенных стадиях получения напитка;

обеззараживание минеральной воды, проводимое с целью уничтожения условнопатогенных и патогенных микроорганизмов.

Данная статья касается только двух первых аспектов проблемы обеззараживания воды и не затрагивает вопросов, связанных с обеззараживанием минеральных вод.

Предприятия по производству напитков в процессе приготовления продукции, как правило, используют воду, поступающую из сетей питьевого водоснабжения населенных мест. При этом качество воды, поступающей в систему водоснабжения предприятия, не всегда соответствует требованиям, предъявляемым к питьевой воде СанПиН 2.1.4.559–96 по микробиологическим показателям, так как в процессе транспортирования воды по распределительным трубопроводам внутри предприятия может происходить ее вторичное инфицирование, иногда весьма значительное. Таким

образом, необходимость обеззараживания воды может возникнуть даже при применении питьевой водопроводной воды.

С другой стороны, при производстве некоторых напитков иногда требуется использование практически стерильной воды. В частности, такую воду применяют при приготовлении суслу в современной технологии напитков брожения (квасов, медовух) [2].

Современные санитарно-гигиенические требования для обеспечения необходимого санитарного уровня производства и требуемой биологической стойкости напитков предусматривают обязательное проведение дезинфекции оборудования и коммуникаций. Дезинфицирующие средства не должны контактировать с напитком, поэтому после окончания дезинфекции проводится тщательное удаление остатков дезинфицирующих средства. Для предотвращения повторного заражения микроорганизмами оборудования и коммуникаций при смыве с них остатков дезинфицирующего раствора необходимо использование микробиологически чистой обеспоженной воды.

Обеспоженная вода также должна применяться при ополаскивании ПЭТФ-бутылок перед наливом в них пива и напитков брожения [3]. При мойке стеклянных бутылок крайне желательно последнее ополаскивание проводить практически стерильной водой, так как часто наблюдаются случаи повторного инфицирования бутылок в результате использования на этой стадии инфицированной воды. Это также относится и к последнему ополаскиванию кегов.

Хотя современные методы ведения пивоваренных семенных дрожжей не предусматривают использование воды, некоторые пивоваренные заводы еще промывают дрожжи водой и хранят их под водой. В этом случае также рекомендуется использовать обеспоженную воду.

Из вышеизложенного ясно, что для современного производства напитков

вопрос обеззараживания воды и используемых для этого методов весьма актуален.

Метод обеззараживания воды должен отвечать следующим требованиям:

стабильно обеспечивать необходимую эффективность обеззараживания;

исключать занос вторичной инфекции;

быть простым и безопасным в эксплуатации;

обладать высокими технико-эксплуатационными показателями.

Известно, что для обеззараживания воды используют разные методы или их комбинацию — термическую обработку (кипячение с последующим охлаждением, пастеризация), химические методы (хлорирование, озонирование, обработку перекисью водорода, серебрение, анодное окисление), а также обеспоживающую фильтрацию, в том числе и мембранную, ультрафиолетовое облучение.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки [8].

Термическая обработка воды относительно проста в осуществлении, но она требует больших затрат энергии и вследствие этого достаточно дорога. Поэтому ее внедрение при производстве напитков малоэффективно и применяется она, особенно на крупных предприятиях, редко.

Гораздо чаще используют химические методы обеззараживания воды.

Действие химических веществ на микроорганизмы основано на окислении и/или инактивации их жизненно важных ферментов. Эти реакции протекают неодномоментно и длятся значительное время. С одной стороны, такое пролонгированное действие носит положительный характер, так как микроорганизмы, которые могут попасть в воду после добавления дезинфицирующего средства, также будут уничтожены. Но, с другой стороны, возникает опасность воздействия используемых химических веществ на воду, материал оборудования и продукт.

Следует иметь в виду, что при изменяющейся микробиологической нагрузке химическая обработка воды не дает полной гарантии, а передозировка и недодозировка препарата одинаково опасны.

При химических способах обеззараживания воды важную роль играют концентрация дезинфицирующего средства, время воздействия, значение pH, температура и состав воды.

Химические методы обеззараживания воды — это в основном хлорирование, серебрение и озонирование.

Хлорирование — достаточно обычный метод обеззараживания воды, в котором используют газообразный

хлор, а также соединения хлора — гипохлорит или диоксид хлора. В том случае, если в воде содержится значительное количество органических веществ, к этому способу обеззараживания воды следует относиться с большой осторожностью. Органические вещества должны быть полностью удалены перед хлорированием, в противном случае вода будет иметь высокую концентрацию канцерогенных органических соединений хлора. В большинстве случаев перед применением прошедшей хлорирование воды необходимо провести дехлорирование, что обычно осуществляют путем фильтрации с использованием активированного угля. Естественно, что фильтрация влечет за собой риск вторичного инфицирования воды, в том случае если дезинфекция фильтра была проведена некачественно.

Иногда прибегают к комбинации из хлорирования и УФ-облучения, которая позволяет дезинфицировать сильно загрязненную воду с применением только 10 % от обычного используемого количества хлора.

Основу метода составляет диссоциация молекулярного хлора (Cl<sub>2</sub>) под влиянием УФ-облучения. Хлор, активированный диссоциацией, имеет значительно больший потенциал дезинфекции, чем молекулярный хлор.

Вследствие этого микроорганизмы, которые не погибают под воздействием молекулярного хлора или УФ-облучения или погибают лишь частично, комбинированным способом уничтожаются полностью.

Серебрение воды по эффективности превосходит хлорирование. Полное обеззараживание наступает через 4–48 ч в зависимости от степени бактериального загрязнения воды и дозы серебра. Серебрение воды используют в основном при обеззараживании питьевых минеральных вод [4].

При озонировании воды озонные генераторы превращают кислород воздуха в озон и инжeksiруют его в воду. Недостаток этого способа состоит в необходимости удаления остатков озона после обеззараживания воды, так как не удаленный озон приводит к коррозии оборудования.

В последние годы для обеззараживания воды стали применять мембранную фильтрацию, при которой микроорганизмы отделяются путем микро- и нанофильтрации [5].

Основные преимущества этого способа следующие: обеззараживание происходит в результате механической задержки микроорганизмов без использования каких-либо химических веществ. Фильтры изготавливают из органических материа-

лов, разрешенных к контакту с пищевыми продуктами, и не выделяют в фильтрат вредных компонентов. Обслуживание фильтров не требует значительных энергетических затрат, но в целом способ достаточно дорогостоящий.

Наиболее полно вышеперечисленным требованиям к методам обеззараживания воды отвечают методы ультрафиолетового обеззараживания.

Этот безопасный, легко реализуемый, надежный метод широко используют за рубежом на предприятиях по производству напитков, в последнее время его стали активно применять и на отечественных заводах. Быстрое распространение методов УФ-облучения воды вызвано их эффективностью и экономичностью, а также тем, что этот высокопроизводительный по сравнению с традиционными способами мало влияет на состав воды, не изменяет ее вкуса, запаха, цвета, значения pH, что делает его особенно ценным для использования при производстве напитков.

В табл. 1 приведено количество бактерицидной энергии, необходимой для 99%-ной инактивации некоторых микроорганизмов, наиболее важных при производстве напитков, в том числе пива и кваса [9, 10].

В конце 80-х — начале 90-х годов установки УФ-облучения для воды, используемой при производстве напитков, выпускало несколько фирм в США, Германии, Великобритании, Италии и других странах, а в настоящее время на выставке «Акватек-2000» (Амстердам) было представлено оборудование более 30 фирм-производителей.

Метод УФ-обеззараживания воды имеет ряд преимуществ по сравнению с химическими обеззараживающими методами (хлорирование, озонирование):

УФ-излучение летально для большинства водных бактерий, вирусов, спор и простейших. Применение УФ позволяет добиться более эффективного обеззараживания, чем хлорирование, особенно в отношении вирусов;

обеззараживание УФ-излучением происходит за счет фотохимических реакций внутри микроорганизмов, поэтому на его эффективность качество воды оказывает намного меньшее влияние, чем при обеззараживании химическими реагентами. В частности, на воздействие УФ-излучения на микроорганизмы не влияют pH и температура воды;

обработанная УФ-излучением вода не обладает токсичным и мутагенным действием на живые организмы;

отсутствует добавление химических веществ, что важно для получения воды без посторонних запахов и привкусов;

Таблица 1

| Микроорганизмы                                  | Доза, мДж/см <sup>2</sup> | Микроорганизмы                     | Доза, мДж/см <sup>2</sup> |
|---|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>Условно-патогенные и патогенные бактерии</b> |                           |                                    |                           |
| <i>Escherichia coli</i>                         | 6,6                       | <i>Salmonella</i>                  | 10                        |
| <i>B. paratyphosus</i>                          | 6,1                       | <i>Mycobacterium tuberculosis</i>  | 10                        |
| <i>Corynebacterium diphtheriae</i>              | 6,5                       | <i>Neisseria catarrhalis</i>       | 8,5                       |
| <i>Vibrio cholerae</i>                          | 11,5                      | <i>Phytomonas tumefaciens</i>      | 8,5                       |
| <i>Staphylococcus albus</i>                     | 5,72                      | <i>Staphylococcus aureus</i>       | 6,6                       |
| <i>Streptococcus hemolyticus</i>                | 5,5                       | <i>Dysentery bacilli</i>           | 4,2                       |
| <i>Shigella paradysenteriae</i>                 | 3,4                       | <i>S. typhimurium</i>              | 15,2                      |
| <i>Spirillum rubrum</i>                         | 6,16                      | <i>Serratia marcescens</i>         | 6,16                      |
| <b>Бактерии — вредители производства</b>        |                           |                                    |                           |
| <i>B. Megatherium sp. (veg.)</i>                | 2,5                       | <i>B. Megatherium sp. (spores)</i> | 5,2                       |
| <i>B. subtilis</i>                              | 11                        | <i>B. subtilis spores</i>          | 22                        |
| <i>Proteus vulgaris</i>                         | 6,6                       | <i>Pseudomonas fluorescens</i>     | 6,6                       |
| <i>Sarcina lutea</i>                            | 26,4                      | <i>Streptococcus lactis</i>        | 8,1                       |
| <i>Micrococcus candidus</i>                     | 12,3                      | <i>Micrococcus sphaeroides</i>     | 15,4                      |
| <b>Дрожжи</b>                                   |                           |                                    |                           |
| <i>Saccharomyces ellipsoideus</i>               | 13,2                      | Пивоваренные дрожжи                | 6,6                       |
| <i>Saccharomyces sp</i>                         | 17,6                      | Пекарские дрожжи                   | 8,8                       |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i>                 | 13,2                      |                                    |                           |
| <b>Микроскопические грибы</b>                   |                           |                                    |                           |
| <i>Penicillium roqueforti</i>                   | 26,4                      | <i>Aspergillus niger</i>           | 330                       |
| <i>Penicillium expansum</i>                     | 22                        | <i>Rhizopus nigricans</i>          | 220                       |
| <i>Penicillium digitatum</i>                    | 88                        | <i>Mucor racemosus A</i>           | 35,2                      |
| <i>Aspergillus glaucus</i>                      | 88                        | <i>Mucor racemosus B</i>           | 35,2                      |
| <i>Aspergillus flavus</i>                       | 99                        | <i>Oospora lactis</i>              | 11                        |

в отличие от химических методов в случае передозировки не возникает отрицательных эффектов, что позволяет значительно упростить контроль за процессом обеззараживания и не проводить анализов на определение содержания в воде остаточной концентрации дезинфицирующего средства;

фотохимическая реакция протекает значительно быстрее, чем при химическом воздействии на воду: время обеззараживания при УФ-облучении составляет 1–10 с в проточном режиме, поэтому отпадает необходимость в устройстве контактных емкостей;

для обеззараживания УФ-излучением характерны более низкие, чем при хлорировании и озонировании, эксплуатационные расходы. Это связано со сравнительно небольшими затратами электроэнергии (в 3–5 раз меньшими, чем при озонировании); с отсутствием потребности в дорогостоящих хлорсодержащих реагентах, а также в материалах, необходимых для дехлорирования и деозонирования;

УФ-оборудование компактно, располагается на минимальных площадях, его внедрение в действующие технологические процессы проходит просто и быстро.

Достижения последних лет в светотехнике и электротехнике позволяют обеспечить высокую степень надежности УФ-комплексов. Современные УФ-лампы и пускорегулирующую ап-

паратуру к ним выпускают серийно, они имеют высокий эксплуатационный ресурс и требуют минимального объема техобслуживания.

Установки УФ-обеззараживания устанавливают централизованно или в отдельных цехах. Если обеззараженная вода проходит по магистрали достаточно далеко, иногда требуется ее вторичное дезинфицирование. В этом случае после УФ-облучения дополнительно осуществляют хлорирование воды при вводимой концентрации хлора 0,3–0,5 мг/дм<sup>3</sup> [6], либо установки размещают непосредственно перед производителем, либо применяют УФ-обеззараживание как в начале сети, так и перед потребителем.

Основные параметры УФ-облучения — интенсивность излучения и его продолжительность — зависят от вида и содержания микроорганизмов в воде. Вид микроорганизма, физиологическое состояние клеток, а также условия среды также определяют их чувствительность к УФ-излучению.

Микробиологические показатели воды, используемой на пищевых предприятиях, не всегда соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.559–96, что объясняется рядом причин, в том числе ее вторичным инфицированием. В качестве примера могут быть приведены микробиологические показатели питьевой воды, отобранной на заводах по производству напитков (табл. 2).

Отобранные образцы анализировали методом мембранной фильтрации с использованием картонных питательных подложек фирмы «Сарториус» (Германия) «Стандарт-ТТС» для определения общего микробного числа (ОМЧ), «Пивное сусло» для выявления дрожжей и плесени, «Эндо» для выявления общих колиформных бактерий (БГКП.) Объем пробы составлял 100 см<sup>3</sup>.

Учитывая то, что питьевая вода, используемая на заводах по производству напитков, может быть инфицирована в различной степени (в некоторых случаях очень сильно), ВНИИ ПБ и ВП совместно с НПО «ЛИТ» провел совместные исследования с целью определения эффективной дозы УФ-излучения при обеззараживании питьевой воды с разной микробиологической нагрузкой. Анализ результатов проводили как с точки зрения требований, предъявляемых СанПиН 2.1.4.559–96 к питьевой воде, так и с точки зрения получения обезпложенной воды.

Что касается последней, то не существует нормативных требований к ее микробиологическим показателям, определяемых ГОСТами, ОСТАми, СанПиН и тому подобными документами. В настоящее время требования к микробиологическим показателям обезпложенной воды определяются только отраслевой технической документацией, а именно рядом разработанных ВНИИ ПБ и ВП технологических инструкций, согласованных Минздравом РФ, например ТИ 10-05031531-1924–98 [2], ТИ 10-05031531-1933–98 [3], ТИ 10-05031531-1744–97 [7]. Согласно этим документам в 1 дм<sup>3</sup> обезпложенной воды не допускаются БГКП, дрожжи и плесени, а общее микробное число не должно превышать 50 клеток.

Таблица 2

| Показатель   | Норматив по СанПиН 2.1.4.559–96 | Образец 1   | Образец 2     | Образец 3     |
|--|---------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Общее микробное число, кл/см <sup>3</sup>          | Не более 50                     | 5           | Сплошной рост | Сплошной рост |
| Общие колиформные бактерии, кл/100 см <sup>3</sup> | Отсутствуют                     | 400         | 46            | То же         |
| Дрожжи и плесени, кл/100 см <sup>3</sup>           | Не нормируется                  | Отсутствуют |               | »             |

Таблица 3

| Вариант опыта | Вариант облучения при разной дозе, мДж/см <sup>2</sup> | Суммарная микробиологическая нагрузка, кл/дм <sup>3</sup> | Содержание микроорганизмов, кл/дм <sup>3</sup> |        |         |                 |
|---------------|--|---|--|--------|---------|-----------------|
|               |  |   | Бактерии (ОМЧ)                                 | БГКП   | Дрожжи  | Плесневые грибы |
| 1             | Контроль   | 50 000  | Сплошной рост                                  | 15     | 5       | 115             |
|               | 10   |   | То же  | 0      | 0       | 150             |
|               | 20   | 1099  | 1000   | 0      | 0       | 99              |
|               | 30   | 512   | 440  | 0      | 0       | 72              |
|               | 40   | 94  | 24   | 0      | 0       | 70              |
| 2             | Контроль   | 310 100   | 180 000  | 50 000 | 80 000  | 110             |
|               | 15   | 2995  | 405  | 2 500  | 0       | 90              |
|               | 30   | 255   | 90   | 80     | 0       | 85              |
|               | 45   | 65  | 45   | 0      | 0       | 20              |
|               | 60   | 35  | 20   | 0      | 0       | 15              |
| 3             | Контроль   | 3 581 000   | 2 960 000                                      | 5000   | 320 000 | 0               |
|               | 10   | 21480   | 16 800   | 3000   | 1 680   | 0               |
|               | 20   | 15320   | 15 000   | 160    | 160     | 0               |
|               | 30   | 13040   | 13 000   | 30     | 10      | 0               |
|               | 40   | 350   | 335  | 5      | 10      | 0               |

Экспериментальные работы по исследованию эффективности обеззараживания питьевой воды с различной суммарной микробиологической нагрузкой выполняли по следующей методике: в питьевую водопроводную воду искусственно вносили микроорганизмы (бактерии, в том числе кишечные палочки, дрожжи и плесневые грибы) так, чтобы создать три уровня суммарной микробиологической нагрузки — 50 000, 300 000 и 3 500 000 кл/дм<sup>3</sup>.

Полученные образцы искусственно инфицированной воды обрабатывали различными дозами УФ-излучения в диапазоне от 10 до 60 мДж/см<sup>2</sup> на специальном переносном приборе измерения кривой чувствительности производства НПО «ЛИТ» — ПИКЧ, с помощью которого определяется кривая чувствительности микроорганизмов к дозе УФ-облучения (рис. 1). Кривая чувствительности строится по результатам измерений концентрации микроорганизмов в пробах воды. Данный прибор позволяет сообщать наперед заданную дозу УФ-излучения и проводить облучение до 500 мл воды. Компактность этого прибора, простота сборки, малые габариты в разобранном состоянии и малая масса позволяют проводить исследование воды непосредственно на месте.

В облученных пробах анализировали микробиологические показатели: общее микробное число (ОМЧ), содержание дрожжей, бактерий группы кишечной палочки (БГКП), плесневых грибов.

Посев исходной (контрольной) пробы воды (воды до обработки УФ-излучением) проводили на мясо-пептонный агар (для выявления бактериальной микрофлоры — ОМЧ), сусловый агар (для выявления дрожжевой микрофлоры и плесневых грибов) и на среду Эндо (для выявления БГКП).

Анализ обеззараженной воды (200 см<sup>3</sup>) осуществляли с помощью мембранной фильтрации с использованием питательных подложек типа «Эндо» (для выявления БГКП), «стандарт — ТТС» (бактериальной микрофлоры) и «Пивное сусло» (дрожжевой и грибной микрофлоры).

Полученные результаты приведены в табл. 3 и рис. 2.

В табл. 3 суммированы данные, показывающие содержание различных групп микроорганизмов в исходной пробе и количество выживших микроорганизмов при различных режимах облучения.

Качество метода обеззараживания характеризуется степенью инактивации микроорганизмов  $S_{\text{инакт}}$ , которая определяется как отношение количества инактивированных микроорганизмов к количеству микроорганиз-

мов в контрольной (исходной) пробе до обеззараживания:

$$S_{\text{инакт}} = \frac{N_0 - N_{\text{ост}}}{N_0} \cdot 100 \%,$$

где:  $N_0$  — количество микроорганизмов в контрольной пробе (до обеззараживания);  $N_{\text{ост}}$  — количество микроорганизмов в анализируемой пробе после обеззараживания.

На рис. 2 показана зависимость дозы УФ-излучения от начальной степени зараженности воды для степени инактивации 99,5 и 99,9 %.

В ходе проведенных исследований была выявлена высокая эффективность воздействия УФ-излучения на микроорганизмы даже при сравнительно небольших дозах.

Значение показателя ОМЧ после облучения образцов воды даже с самой большой микробиологической нагрузкой (суммарной 3 500 000 кл/дм<sup>3</sup> и соответствующей бактериальной около 3 000 000 кл/дм<sup>3</sup>) дозой 20 мДж/см<sup>2</sup> составляло 15 кл/см<sup>3</sup>, что вполне удовлетворяло требованиям СанПиН 2.3.2.560–96 (не более 50 кл/см<sup>3</sup>). Требования по этому показателю к обеззараженной воде (не более 50 кл/дм<sup>3</sup>) были выполнены для образцов с достаточно высокой микробиологической нагрузкой (суммарной 50 000 и 310 000 кл/дм<sup>3</sup>) при облучении воды только дозами 40 и 45 мДж/см<sup>2</sup> соответственно. Однако в случае микробиологической

нагрузки 3 500 000 кл/дм<sup>3</sup> и соответствующей бактериальной около 3 000 000 кл/дм<sup>3</sup> добиться соответствия требованиям, предъявляемым по этому показателю к обеззараженной воде, не удалось даже при дозе облучения 40 мДж/см<sup>2</sup>, хотя процент инактивации БГКП при этой дозе был очень высоким и составлял 99,98 %.

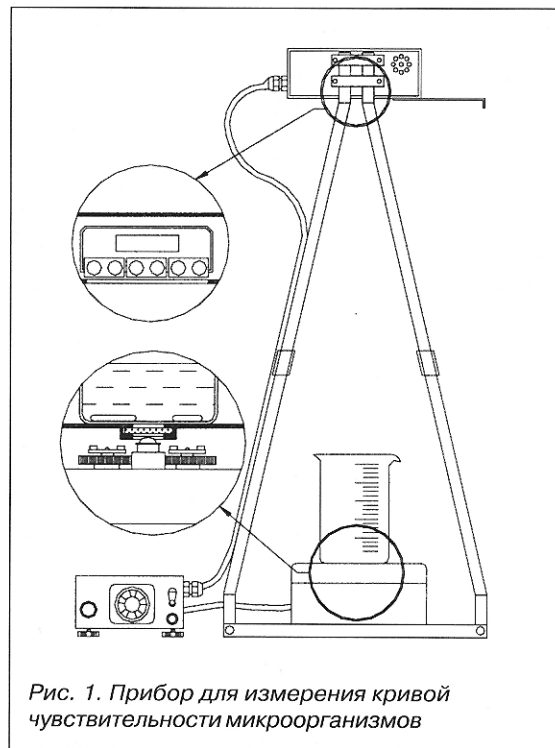


Рис. 1. Прибор для измерения кривой чувствительности микроорганизмов

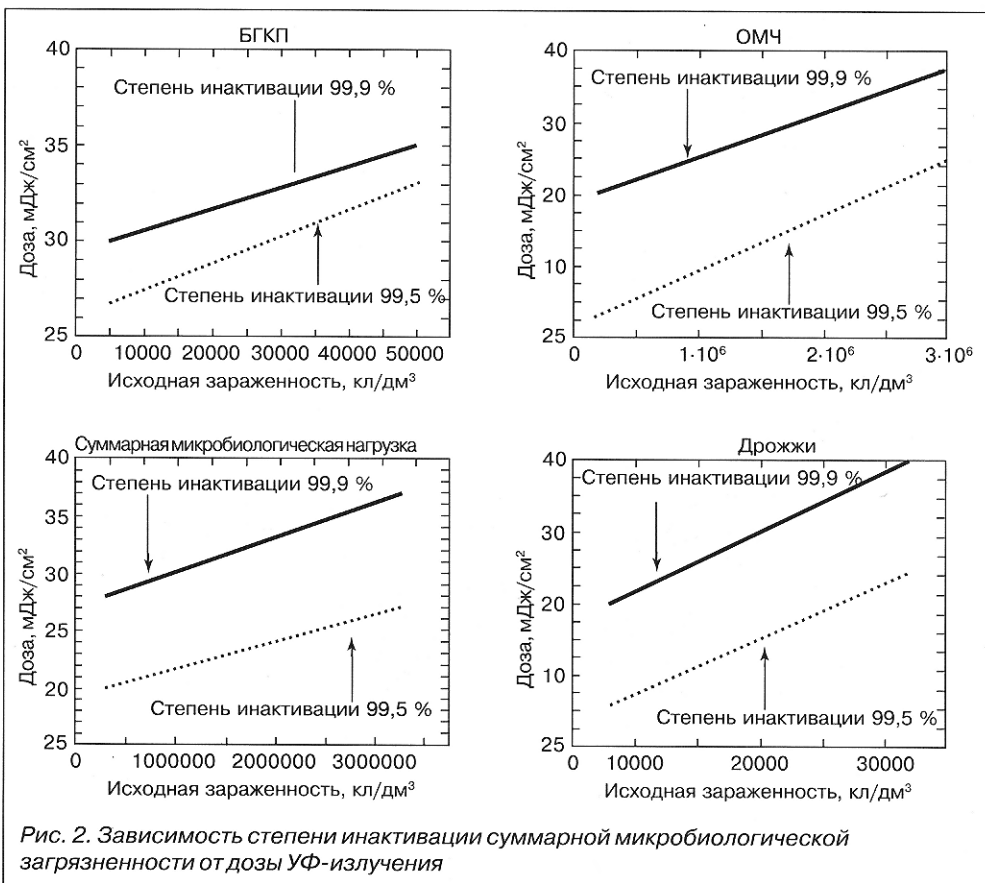


Рис. 2. Зависимость степени инактивации суммарной микробиологической загрязненности от дозы УФ-излучения

Развитие бактерий группы кишечной палочки при микробиологической нагрузке 50 000 кл/дм<sup>3</sup> полностью предотвращалось в результате облучения пробы воды дозой 10 мДж/см<sup>2</sup>. В случае более высокой микробиологической нагрузки (суммарной 310 000 кл/дм<sup>3</sup> и по БГКП 50 000 кл/дм<sup>3</sup>) требуемая СанПиН 2.3.2.560–96 степень обеспложивания воды (отсутствие в 100 см<sup>3</sup>) достигалась при использовании дозы 45 мДж/см<sup>2</sup>. Эта же доза облучения обеспечивала и получение обеспложиванной воды (отсутствие БГКП в 1 дм<sup>3</sup>). При исходном содержании в воде микроорганизмов в количестве 3 500 000 кл/дм<sup>3</sup> и соответствующем содержании БГКП в количестве около 5 000 кл/дм<sup>3</sup> добиться соответствия облученной воды нормативам указанного СанПиН и получения обеспложиванной воды не удалось. Процент инактивации БГКП при дозе облучения 40 мДж/см<sup>2</sup> составлял 99,99 %.

Выше уже говорилось о том, что СанПиН 2.3.2.560–96 не нормирует содержание в питьевой воде дрожжей и плесневых грибов. В то же время, поскольку эти микроорганизмы являются вредителями производства напитков и довольно часты случаи их присутствия (иногда в большом количестве) в производственной воде (см. табл. 2, образец 3) требования к обеспложиванной воде предусматривают их отсутствие в 1 дм<sup>3</sup> воды. При проведении исследований обращали внимание и на эти группы микроорганизмов.

Дозы УФ-облучения 10–15 мДж/см<sup>2</sup> полностью подавляли развитие дрожжей при содержании в воде 80 000 кл/дм<sup>3</sup> клеток. Однако при более высокой их концентрации — 320 000 кл/дм<sup>3</sup> — даже доза 40 мДж/см<sup>2</sup> не обеспечивала полного их ингибирования. В то же время процент инактивации дрожжевых клеток при дозе облучения 20 мДж/см<sup>2</sup> составлял 99,95 %, а при дозах облучения 30 и 40 мДж/см<sup>2</sup> — 99,99 %.

Из данных, приведенных в табл. 3, видно, что плесневые грибы — наиболее

устойчивые к УФ-облучению микроорганизмы. Полученные нами данные подтвердили эту закономерность. Ни при одном варианте опыта, ни при одном испытанном режиме облучения полной гибели плесневых грибов не происходило. Степень инактивации плесневых грибов даже в оптимальном случае не превышала 87 %.

На основании результатов опытов можно заключить, что для достижения требуемой степени обеспложивания воды (нормативов СанПиН 2.3.2.560–96 или требований, предъявляемых к обеспложиванной воде) режим облучения следует выбирать в зависимости от степени инфицирования исходной воды.

Уже при дозе УФ-облучения 20 мДж/см<sup>2</sup> даже при самой большой микробиологической нагрузке достигалась достаточно высокая эффективность обеспложивания (99,5–99,9 %) для всех микроорганизмов, кроме плесневых грибов. Вследствие этого эффективная доза УФ-облучения равна 20 мДж/см<sup>2</sup>, однако при значительных отклонениях качества исходной воды от требований СанПиН 2.1.4.559–96 необходимо использовать оборудование, обеспечивающее дозу УФ-облучения 40 мДж/см<sup>2</sup>.

Для выполнения требований к обеспложиванной воде доза УФ-излучения должна значительно превышать дозу, необходимую для обеспечения нормативных требований к питьевой воде, — для типичной суммарной микробиологической нагрузки доза УФ-облучения должна составлять 30 мДж/см<sup>2</sup>.

Результаты проведенных исследований подтверждают техническую возможность использования установок УФ-излучения фирмы НПО «ЛИТ» для обеззараживания воды в системах водоснабжения предприятий по производству напитков с целью обеспечения требований СанПиН 2.1.4.559–96 «Питьевая вода. Гигиенические требования централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» или полу-

чения обеспложиванной (практически стерильной) воды, удовлетворяющей требованиям отраслевой технической документации.

На комбинате «Славянские напитки» в г. Зарайске Московской области нами была проведена производственная проверка эффективности применения УФ-установки типа УДВ-2/1 НПО «ЛИТ» (рис. 3) для обеззараживания воды, используемой при приготовлении кваса. Установка УДВ-2/1 рассчитана на обеспечение обеззараживания воды, соответствующей по своим показателям требованиям СанПиН и применяется для обеспечения требований СанПиН 2.1.4.559–96. Поэтому при номинальном режиме работы и коэффициенте пропускания УФ-излучения не менее 70 % установка обеспечивает дозу облучения не менее 16 мДж/см<sup>2</sup>. Более высокое значение дозы достигалось варьированием расхода воды с учетом высокого коэффициента пропускания испытываемой воды (более 90 %). Доза облучения зависела от расхода воды и составляла не менее 40 мДж/см<sup>2</sup>.

Пробы воды отбирали до и после установки. Эффективность обеззараживания воды оценивали методом мембранной фильтрации образцов воды с использованием картонных питательных подложек фирмы «Сарториус» (Германия) «Стандарт-ТТС» для выявления бактериальной микрофлоры (КМАФАнМ), «Пивное сусло» для выявления дрожжей и плесеней, «Эндо» для выявления БГКП (бактерий группы кишечной палочки). Объем пробы необеззараженной воды для посева на каждую из питательных сред составлял 100 см<sup>3</sup>, обеззараженной воды — 200 см<sup>3</sup>.

В табл. 4 приведены средние данные, полученные при проведении производственной проверки и показывающие содержание различных групп микроорганизмов в пробах исходной и обработанной воды микроорганизмов и степень инактивации микроорганизмов (суммарно и различных групп).

Из данных табл. 4 видно, что использование установки, несмотря на высокие значения микробиологических показателей исходной воды, обеспечивало не только достижение нормативов СанПиН 2.1.4.559–96 для питьевой воды, но и получение обеспложиванной воды с показателями, требуемыми отраслевой нормативной документацией [2–4].

По результатам проведенных совместных исследований можно сделать вывод, что требования СанПиН 2.3.2.560–96 по основным микробиологическим показателям (ОМЧ) при производстве целого ряда пищевых продуктов являются более же-

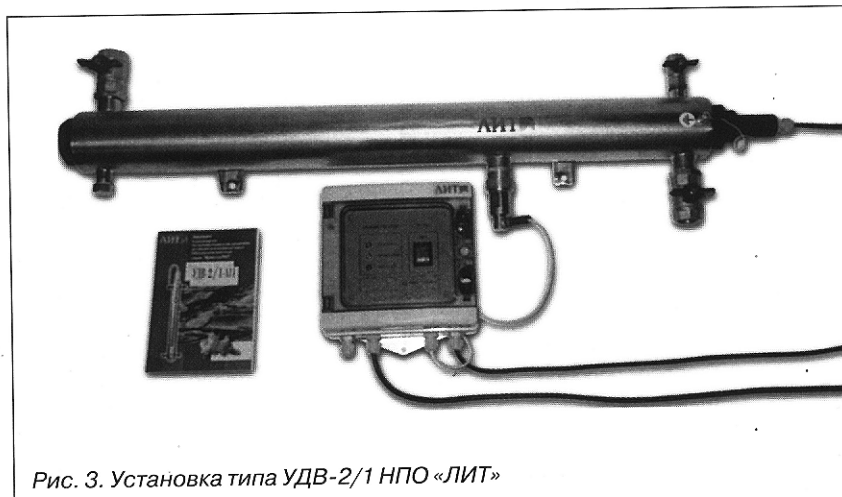


Рис. 3. Установка типа УДВ-2/1 НПО «ЛИТ»

Таблица 4 ЛИТЕРАТУРА

| Показатели      | Содержание микроорганизмов, кл/дм <sup>3</sup> |                 | Степень инактивации, % |
|-----------------|--|-----------------|------------------------|
|                 | до установки                                   | после установки |                        |
| Бактерии        | 693  | 15              | 97,8                   |
| БГКП            | 300  | Отсутствуют     | 100                    |
| Дрожжи          | Отсутствуют                                    | То же           |                        |
| Плесневые грибы | 20   | »               |                        |
| Суммарно        | 1013   | 15              | 98,5                   |

сткими по сравнению с требованиями СанПиН 2.1.4.559-96, предъявляемыми к хозяйственно-питьевой воде. Однако вода, удовлетворяющая указанным СанПиН, не всегда отвечает требованиям на обеспложивенную воду, установленным ТИ 10-05031531-1933-98 (Технологическая инструкция по подготовке новых бутылок из полимерных материалов ПЭТФ, ПЭТ к наливу пива и других напитков брожения), утвержденной ВНИИПБ и ВП 02.12.1998 г., для обработки бутылок из полимерных материалов перед наливом в них пива и других напитков брожения.

Результаты модельных испытаний подтверждают техническую возможность использовать УФ-излучение для обеспечения требований ТИ 10-05031531-1933-98 (Технологическая

инструкция по подготовке новых бутылок из полимерных материалов ПЭТФ, ПЭТ к наливу пива и других напитков брожения).

Высокая степень инактивации основных индикаторных микроорганизмов достигается даже при сравнительно небольших дозах УФ-излучения. При выборе УФ-оборудования для конкретного производства необходимо учитывать первоначальную микробиологическую загрязненность и нормативные требования, предъявляемые к конкретному производству.

Проведенные производственные испытания подтвердили эффективность применения УФ-установки производства НПО «ЛИТ» для обеззараживания воды, используемой при приготовлении напитков.

1. СанПиН 2.1.4.559-96(1) «Питьевая вода, Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»

2. ТИ 10-05031531-1924-98 «Технологическая инструкция по производству напитков брожения с повышенной стойкостью при хранении»

3. ТИ 10-05031531-1933-98 «Технологическая инструкция по подготовке новых бутылок из полимерных материалов ПЭТФ, ПЭТ к наливу пива и других напитков брожения»

4. Беленький С.М., Лаврешкина Г.П., Дульнева Т.Н. Технология обработки и розлива минеральных вод. — М.: Агропромиздат, 1990.

5. Информационные материалы фирм «Sartorius» и «Pall», Германия.

6. Remann Z. Entkeimung von Frisch- und Prozesswasser mit Hilfe ultravioletter Strahlung (UV) Getränkeindustrie. 1988. 6. 466-471.

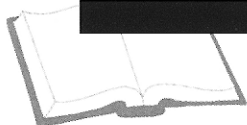
7. ТИ 10-05031531-1744-97 «Технологическая инструкция по санитарной обработке оборудования, коммуникаций и тары при производстве пива и квасов брожения, пастеризованных в потоке».

8. Потапченко Н.Г., Савлук О.С. Антимикробное действие электромагнитных излучений и обеззараживание воды // Химия и технология воды. 1990. Т. 12. № 10. С. 104.

9. Chang, J.C. et. al. UV Inactivation of Pathogenic and Indicator Microorganisms. // Appl. Environ. Microbiol. 1985. Vol. 49. Pp. 1361-1365.

10. Методические указания МУ 2.1.4.719-98.

АНГЛО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ (НАПИТКИ)



Рубрику ведет Крис Смит, главный пивовар фирмы Quest, Великобритания.

**Ароматизатор, вкусовое вещество, привкус, придавать вкус или запах** — flavor [флэйвэ];  
**ароматизирующее вещество, отдушка** — flavorant [флэйвэрэнт];  
**ароматизированный** — flavored [флэйвэд];  
**вкусовое вещество, ароматизирующее вещество, ароматизатор; внесение вкусовых или ароматизирующих веществ** — flavoring [флэйв(э)рин];

**искусственный ароматизатор** — artificial flavoring [атифишл флэйв(э)рин];  
**смесь вкусовых или ароматизирующих веществ** — blend flavorings [блэнд флэйв(э)рин];  
**природное, натуральное ароматизирующее вещество** — natural flavoring [нэчрэл флэйв(э)рин];  
**порошкообразный ароматизатор** — powdered flavoring [паудэд флэйв(э)рин];  
**синтетический ароматизатор** — synthetic flavoring [синсэтик флэйв(э)рин]

Пример использования приведенных слов:  
 Only natural flavoring is used for juice making.

Для ароматизации соков используют только натуральные ароматизаторы.  
 Artificial flavoring is the cheapest one.

Искусственные ароматизаторы — самые дешевые.

Продолжение следует... — To be continued... [ту би континьюд]

Обращайтесь по всем возникающим у Вас проблемам с переводом в наш журнал.  
 Вы получите консультацию настоящего специалиста.