

ГИГИЕНА И САНИТАРИЯ В ПИВОВАРЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Hygiene and sanitation in the brewery

Л. П. Петрова, студент

Н. Л. Лопаева, кандидат биологических наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: О. В. Горелик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Аннотация

Пивоварение в 21 веке – это масштабная отрасль в современном мире. Инновационные пивоварни используют оборудование из нержавеющей стали и автоматизированные операции, управляемые компьютером, и разливают пиво в металлические бочки, стеклянные бутылки и алюминиевые банки. Производство пива включает соложение, помол, затирание, отделение экстракта, добавление хмеля и кипячение, удаление хмеля и осадков, охлаждение и аэрацию, ферментацию, отделение дрожжей от молодого пива, старение, созревание и упаковку. Целью всего процесса является преобразование зернового крахмала в сахар, извлечение сахара водой, а затем ферментация его дрожжами для получения алкогольного, слегка газированного напитка.

Ключевые слова: пивоваренное производство, гигиена, санитария, дезинфекция, дезинфицирующие средства, очистка.

Summary

Brewing in the 21st century is a large-scale industry in the modern world. Innovative breweries use stainless steel equipment and computer-controlled automated operations to bottle beer in metal barrels, glass bottles and aluminum cans. Beer production includes malting, grinding, mashing, extract separation, hop addition and boiling, hop and sediment removal, cooling and aeration, fermentation, yeast separation from young beer, aging, maturation and packaging. The goal of the whole process is to convert the grain starch into sugar, extract the sugar with water, and then ferment it with yeast to produce an alcoholic, slightly carbonated drink.

Keywords: brewing, hygiene, sanitation, disinfection, disinfectants, cleaning.

Варить пиво — непростая задача, и без надлежащих мер санитарии у пивоварни могут возникнуть серьезные проблемы с безопасностью и гигиеной. Надлежащая санитарная обработка пивоваренного завода имеет решающее значение для производства пива, безопасного для употребления, а также для обеспечения безопасности предприятия для рабочих. Чистота является одной из главных забот пивоваренных предприятий. Обеспечение хороших условий для роста дрожжей в пиве также обеспечивает хорошие условия для роста других микроорганизмов, особенно диких дрожжей и бактерий. Чистота должна поддерживаться на всех этапах процесса пивоварения [6].

Пиво — алкогольный напиток, получаемый путем экстрагирования сырья водой, кипячения и брожения. В некоторых странах производство пива определяется законом, как, например, в Германии, где стандартными ингредиентами, помимо воды, являются солод (высушенный в печи пророщенный ячмень), хмель и дрожжи.

Пиво, производимое в больших масштабах на современных пивоварнях, не содержит кислорода (что, в конечном итоге, портит пиво), фильтруется через целлюлозу или диатомовый фильтр для удаления всех дрожжей, и упаковывается при 0°С под давлением углекислого газа. Пиво, произведенное путем пивоварения с высокой плотностью, разбавляют до желаемой концентрации спирта непосредственно перед упаковкой бескислородной газированной водой. Большинство сортов пива, расфасованного в бутылки или металлические банки, пастеризуют в упаковке путем нагревания до 60 °С в течение 5–20 минут [2, 6]. Пиво также расфасовывают в металлические кеги емкостью 50 литров после пастеризации при 70 °С в течение 5–20 секунд. Современное упаковочное оборудование спроектировано так, чтобы работать гигиенично, исключать попадание воздуха и работать со скоростью 2000 банок или бутылок в минуту.

Гигиена и санитария в пивоваренном производстве

Гигиена процесса пивоварения играет ключевую роль в производстве высококачественного пива. Знание микроорганизмов, присутствующих в среде пивоваренного завода, и контроль микробного обсеменения необходимы для предотвращения микробной порчи пива. Пиво считается безопасным, с точки зрения болезней пищевого происхождения, из-за убеждения, что патогены не могут расти в пиве. Биологическая стабильность современных пивоваренных продуктов также очень высока: срок годности составляет от 6 до 12 и более месяцев с момента производства. Несмотря на это гигиена по-прежнему считается очень важной в пивоваренной промышленности [3].

Сам процесс пивоварения подвержен росту микроорганизмов из-за богатой питательными веществами среды суслу и дополнительных факторов роста, вырабатываемых пивоваренными дрожжами. Сравнительно длительный производственный цикл, от кипячения суслу до упаковки готовой продукции, с периодическим брожением до 15-20 дней дает достаточно времени для развития нежелательных микроорганизмов, если им предоставляется такая возможность. Таким образом, пивоваренные предприятия любой ценой избегают риска того, что имидж компании может пострадать из-за потери качества в ходе микробиологического загрязнения на различных этапах производственных процессов. Гигиена емкостей, оборудования и других технологических поверхностей имеет решающее значение для качества готового пива.

Для обеспечения высокого качества важно как можно раньше надежно обнаружить патогенные микроорганизмы, которые могут оказать вредное воздействие на пиво. Важно точно определить микроб, вызывающий порчу, чтобы иметь возможность отслеживать источник загрязнения в процессе. Обязательная задача при оценке гигиены технологического процесса – обнаружение небольшого количества микроорганизмов после санитарной обработки, особенно потому, что выжившие клетки часто подвергаются стрессу и их метаболическая активность низкая [4]. Целью гигиены пивоваренного производства является обеспечение качества продукции и минимизация рисков загрязнения. Оптимизация процедур очистки важна для повышения экономической эффективности и снижения ущерба окружающей среде. Для контроля гигиены должны использоваться быстрые и надежные методы.

Источники загрязнения

Загрязнения на пивоваренном заводе обычно делятся на первичные загрязнения (варка пива) и вторичные загрязнения (бутилирование). Около 50% загрязнений патогенными микроорганизмами можно отнести ко вторичным загрязнениям, но последствия первичных загрязнений могут быть более комплексными и катастрофическими. Организмы, вызывающие абсолютную порчу пива, могут появиться на любой стадии технологического процесса, в то

время как микроорганизмы, вызывающие непрямую порчу, в основном являются первичными загрязнителями. Характер порчи конкретного микроорганизма зависит от того, на каком этапе процесса он обнаружен. Пивоваренные дрожжи после фильтрации также считаются загрязняющими веществами [3].

Первичные загрязнения. Происходит в процессе брожения, созревания, лагирования. Грязное оборудование является источником загрязнения при варке с использованием чистых культур дрожжей. Засев дрожжей, грязные бутылки и оставшееся пиво являются наиболее важными источниками загрязнения. Слабые места на пивоваренном заводе, которые также являются источниками загрязнения, включают измерительные приборы, такие как термометры и манометры, клапаны, газовые трубы (из-за конденсата) и изношенные поверхности пола. Загрязнение также может происходить при охлаждении горячего суслу в пластинчатых теплообменниках из-за негерметичных, недостаточной очистки пластин или аэрации суслу [1]. Загрязненный фильтрующий порошок или грязные фильтры, также могут вызвать загрязнение.

Вторичные загрязнения. Происходят в процессе розлива в бутылки, консервирования или кеггинга, когда пивоварни не используют туннельную пастеризацию. Таким образом, все точки прямого или косвенного контакта с очищенными или наполненными некупоренными бутылками являются возможными источниками загрязнения. Наиболее распространенными причинами вторичного загрязнения являются: укупорщик, наполнитель, инспектор бутылок, мойщик бутылок из-за каплюющей воды и окружающей среды, близкой к наполнителю и укупорщику [5]. Загрязнение пива воздушно-капельным путем может произойти в отделе розлива, во время транспортировки открытых бутылок от мойки к розливу и до тех пор, пока бутылка не будет укупорена. Наибольшее количество микробных патогенов, в основном, встречается в воздухе рядом с розливом.

Стратегии борьбы с загрязнениями в пивоваренном производстве

Контроль микробной порчи пива лучше всего достигается путем устранения источников загрязнения. Традиционные стратегии контроля в производстве напитков включают:

- повышение устойчивости пива к микробной порче путем регулирования кислотности продукта, добавления противомикробных соединений, снижения активности воды, повышения осмотического давления;
- процессы, направленные на снижение микробной загрязненности, такие как фильтрация, использование повышенных температур (сильное кипячение, пастеризация и т. д.) и хранение при пониженных температурах;
- гигиенический дизайн оборудования, используемого для пивоварения и розлива, включая выбор подходящих материалов и минимизации шероховатых поверхностей;
- физическое разделение зон интенсивных мест производства, в которых проводятся критические операции и практикуются барьерные технологии для предотвращения проникновения микроорганизмов из сырья, сотрудников, воздуха;
- регулярная очистка и дезинфекция оборудования и помещений [2].

Способы уменьшения количества микроорганизмов. Процессы, используемые для удаления засевающих дрожжей или уменьшения количества загрязняющих микроорганизмов при пивоварении, приведены в таблице 1.

Процессы, используемые для удаления засевающих дрожжей и уменьшения количества загрязняющих микроорганизмов при пивоварении

Процесс	Результат
Кислотная промывка заквасочных дрожжей	Уменьшение контаминирующих микроорганизмов в заквашивающих дрожжах. Засев дрожжей является одним из наиболее важных путей заражения на пивоваренном заводе, и поэтому очень важно не допускать попадания в дрожжи патогенных микроорганизмов. Промывка засевающих дрожжей не считается хорошей практикой из-за отрицательного влияния промывки кислотой на жизнеспособность дрожжей. Поэтому не рекомендуется проводить промывку дрожжей, а полагаться на осторожное обращение с дрожжами и эффективную санитарную обработку оборудования [3].
Охлаждение	Замедление роста загрязняющих микроорганизмов в процессе ферментации, созревании, лагирования.
Фильтрация	Удаление засевающих дрожжей, уменьшение контаминирующих микроорганизмов. Фильтрация используется для удаления дрожжей и возможных загрязнений после ферментации. Процесс фильтрации осуществляется поэтапно. Первые дрожжи, частицы помутнения и большинство бактерий удаляются на этапе осветления, на котором применяется фильтрация кизельгуром [6]. На втором этапе фильтрации можно использовать фильтровальные листы, картриджи с целью удаления из пива возможных остаточных микроорганизмов.
Пастеризация	Удаление вегетативных клеток в готовом пиве. Пастеризация используется для устранения микроорганизмов, вызывающих порчу пива, в готовом продукте. Обработка зависит от времени и температуры, выраженных в единицах пастеризации.
Асептическая или гигиеническая упаковка	Предотвращение загрязнения во время упаковки. Применяется «асептическая упаковка» или строгое соблюдение гигиены при розливе. Важна частота распыления дезинфицирующих средств на розливе, дезинфекция в начале и в конце производства недостаточна для снижения количества микроорганизмов.

Очистка и дезинфекция в пивоваренном производстве

Роль очистки и дезинфекции на пивоваренных заводах (малых и крупных) значительно возросла. Было обнаружено, что химические чистящие средства более эффективны в удалении прикрепленных бактерий с поверхностей, чем дезинфицирующие [4].

Процедуры очистки на месте используются на закрытых технологических линиях процесса пивоварения. Однако ограничением процедур безразборной мойки является скопление микроорганизмов на поверхностях оборудования. Было показано, что механический вклад в очистку имеет решающее значение для удаления загрязнений и микробов. Механическое усилие может быть достигнуто турбулентностью потока в трубопроводах и форсунках в цилиндрических резервуарах, но на практике в процессе имеются места, где механическое воздействие невелико. Бактерии, прикрепившиеся к ямкам и щелям, трудно удалить чистящими средствами из-за плохого проникновения химикатов и из-за поверхностного натяжения.

На пивоваренных заводах моющие средства на основе кислот могут быть предпочтительными для очистки резервуаров из-за следующих практических преимуществ:

- кислоты не подвержены влиянию углекислого газа и не теряют своей очищающей способности при использовании в системе рекуперации;
- они предотвращают потери углекислого газа, позволяя проводить очистку и дезинфекцию без необходимости вентилирования резервуаров, а также способствуют очистке углекислого газа под давлением;
- эффективнее удаляют и предотвращают отложения пивного камня;
- более экономичны, чем щелочные моющие средства, потому что не происходит больших потерь моющего средства из-за карбонизации щелочей;
- более эффективны с точки зрения расхода воды, так как быстрее смываются;
- они энергоэффективны, потому что горячая очистка не требуется [4, 5].

Очистка открытых поверхностей на пивоваренном заводе, таких как контролеры бутылок, наполнители и конвейерные цепи в цехе розлива, обычно выполняется с помощью пенных систем низкого давления или тонкопеночной очистки. Использование горячих растворов или сильнодействующих химикатов ограничено по соображениям безопасности, но для обеспечения гигиены можно использовать дезинфицирующие средства, эффективные и в холодных условиях. Рекомендуется пенная очистка и последующее опрыскивание дезинфицирующим средством после каждого производственного дня, а также регулярная генеральная очистка, включая демонтаж труднодоступных для визуального осмотра компонентов. Однако необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать передачи микроорганизмов, вызывающих порчу, в результате аэрозолей, образующихся во время мойки под давлением.

Целью дезинфекции является уменьшение популяции жизнеспособных микроорганизмов на поверхности после очистки и предотвращение роста микробов на поверхностях в межпроизводственный период [2]. Микроорганизмы, подвергающиеся дезинфекции на поверхностях обработки пива, — это микроорганизмы, оставшиеся после стадии очистки и, таким образом, вероятно, прикрепившиеся к поверхности.

При выборе дезинфицирующих средств для использования на пивоваренном заводе важны следующие характеристики. Эффективен против грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также против дрожжей, эффективен в присутствии белков, эффективен при низких температурах, также учитывают смачивающую способность средства, низкое пенообразование, совместимость с двуокисью углерода. Учитывают экологические аспекты, легко поддается биологическому разложению, безопасность в использовании, экономические аспекты, эффективность при низких концентрациях, многократность использования, совместимость с продуктом – отсутствие неблагоприятного воздействия на продукт [1].

Микроорганизмы, участвующие в порче пива, образуют биопленку на нержавеющей стали, что может повлиять на производительность процесса пивоварения и качество конечного продукта, что приводит к экономическим потерям. Организмами, образующими биопленку, являются уксуснокислые и молочнокислые бактерии, энтеробактерии и дрожжи. Микробный рост наблюдается на различных поверхностях, используемых в технологическом оборудовании, но условия окружающей среды сильно влияют на прикрепление и образование биопленки.

Обнаружено, что материалы технологической поверхности различаются по своей восприимчивости к образованию биопленки, например, они легко образуются на нержавеющей стали, политетрафторэтилене, витоне. В то время как синтетические полимер, бутадиен-

нитриловый каучук, может ингибировать рост микроорганизмов, но постепенно теряет эту способность в связи с длительными сроком эксплуатации [3].

Успешная оценка гигиены поверхностей в процессе пивоварения дает множество положительных результатов, имеющих экономическую и экологическую ценность. Профилактические меры, основанные на точной информации о материалах, технологических процессах и микроорганизмах, в большинстве случаев, лучше всего обеспечивают эффективность процесса и качество продукции. Независимо от того, насколько велика или мала пивоварня, необходима система производственной гигиены, включающая контрольные списки, стандартные операционные процедуры и аудит [5]. Соблюдение высоких стандартов гигиены приносит дивиденды в воспринимаемом и фактическом качестве пива.

Библиографический список

1. Актуальные вопросы гигиены питания населения: учебное пособие / И. Г. Зорина, Н. И. Макаров, В. Д. Соколов, Е. А. Сергеева. Челябинск: ЮУГМУ, 2021. Часть 2. 202 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/197403> (дата обращения: 25.02.2022).

2. *Белкина Р. И.* Технология производства солода, пива и спирта: учебное пособие для вузов / Р. И. Белкина, В. М. Губанова, М. В. Губанов. СПб.: Лань, 2020. 104 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/149306> (дата обращения: 25.02.2022).

3. Гигиена и санитария в пивоваренном производстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.comodity.ru/sanitary/brewing/>.

4. *Кольман О. Я.* Санитария и гигиена: учебное пособие / О. Я. Кольман, Г. В. Иванова, Е. О. Никулина. Красноярск: СФУ, 2019. 184 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157645> (дата обращения: 19.02.2022).

5. *Ториков В. Е.* Агропроизводство, хранение, переработка и стандартизация зерна: учебное пособие для спо / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова, А. А. Осипов; под общ. ред. доктора с.-х. наук и др. СПб.: Лань, 2021. 160 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/173071> (дата обращения: 25.02.2022).

6. *Хозиев О. А.* Технология пивоварения: учебное пособие / О. А. Хозиев, А. М. Хозиев, В. Б. Цугкиева. СПб.: Лань, 2021. 560 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168451> (дата обращения: 25.02.2022).