



**УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ СПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**



В. Г. ТИХОМИРОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВОВАРЕННОГО И БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

Допущено Департаментом кадровой политики
и образования в качестве учебника для сту-
дентов средних специальных учебных заведе-
ний, обучающихся по специальности «Техно-
логия бродильных производств и виноделие»,
специализация «Пивоваренное и безалкоголь-
ное производство»



МОСКВА «КОЛОС» 1998

УДК 663.1(075)
ББК 36.87
Т46

Рецензенты: преподаватель Мичуринского колледжа пищевой промышленности
Г. Е. Васина и Л. В. Судникович (АО «Кристалл»)

Редакторы **Л. М. Богатая, О. П. Степанова**

16.3.310

Тихомиров В. Г.
Т 43 **Технология пивоваренного и безалкогольного производств.** — М.: Колос, 1998. — 448 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для учащихся средних специальных учебных заведений).

ISBN 5—10—003187—5.

Рассмотрены технологии солода, пива, безалкогольных напитков, кваса и минеральных вод. Кратко описана технология спирта и ликероводочных изделий. Даны сведения о розливе готовой продукции и ее качестве, об утилизации вторичных сырьевых ресурсов, сокращении потерь сырья и материалов. Описаны практические занятия, в которых приведены технологические расчеты.

Для учащихся средних специальных учебных заведений по специальности «Технология бродильных производств и виноделия».

УДК 663.1(075)
ББК 36.87

ISBN 5—10—003187—5

© «Колос», 1998

ВВЕДЕНИЕ

●

В нашей стране на предприятиях пивобезалкогольной промышленности вырабатывают солод, пиво, безалкогольные напитки, квас и разливают минеральные воды.

Производство пива зародилось несколько тысячелетий назад. Древние египтяне, греки, римляне и германцы готовили пиво преимущественно из ячменя, пшеницы и других хлебных злаков. Это пиво было неохмеленное, так как для вкуса и аромата добавляли сосновые побеги и другие ароматические вещества. Хмель стал применять в пивоварении только в IX в. В это же время в Сибирь начали готовить охмеленное пиво, которое затем производили в Киевской и Новгородской Руси. В Новгороде, по данным берестяных грамот, в IX в. проживала большая группа ремесленников - солодовщиков, хмелевиков, пивоваров.

Промышленное производство пива в России стало зарождаться середине XIX в., когда были построены крупные заводы в Москве, Петербурге, Киеве, Харькове.

Хлебный квас был известен еще восточным славянам, а наиболее широкое распространение он получил в период Киевской Руси благодаря своим вкусовым свойствам и доступности широким слоям населения. С тех пор квас считают русским национальным напитком.

В конце XIX в. в России начинают развиваться промышленное производство безалкогольных напитков и розлив минеральных вод, поскольку стало возможным искусственно насыщать воду диоксидом углерода.

Пивобезалкогольная отрасль пищевой промышленности России насчитывает около 700 предприятий, выпускающих пиво, солод, безалкогольные напитки, минеральную воду. Среди этих предприятий в основном заводы с годовой мощностью до 3 тыс. т солода, 1-2 млн дал пива, до 1 млн дал безалкогольных напитков, менее 40 млн бутылок минеральных вод. К крупным заводам относятся предприятия с годовой мощностью 5 млн дал пива и безалкогольных напитков, а также заводы с мощностью от 40 до 80 млн бутылок минеральной воды.

В результате трудностей, порожденных переходом к рыночной экономике (нарушение межхозяйственных связей, необеспеченность кредитами и т. д.), произошел спад производства пива и безалкогольных напитков. Это одна из причин того, что среднестатистическое потребление пива, безалкогольных напитков и минеральной воды в России ниже, чем в Германии, США и других развитых странах.

Углубление экономической реформы в России привело к развитию предпринимательства, которое наиболее эффективно на малых предприятиях. В результате стали строиться мини-пивзаводы с мощностью от 12 000 до 60 000 дал пива в год и от 40 до 200 т солода в год.

В последнее время повысилась заинтересованность предприятий в применении новых и усовершенствованных способов производства пивобезалкогольной продукции. Наибольшее распространение получают ускоренные процессы, методы экономного использования сырьевых ресурсов, малоотходные и безотходные технологии.

Особое внимание уделяется выпуску доброкачественной и безопасной продукции. С этой целью на предприятиях должны строго соблюдать нормативно-технические документы, в первую очередь ГОСТы. Это известная во всем мире аббревиатура, которую решено сохранить, в том числе за вновь вводимыми межгосударственными документами в рамках СНГ. Кроме того, действуют национальные государственные стандарты — ГОСТ Р, отраслевые стандарты (ОСТ), стандарты предприятий и их объединений (СТП), стандарты научно-технических и инженерных обществ (СТО) и, наконец, технические условия (ТУ).

В пересматриваемых и обновляемых ГОСТах обязательно регламентируются только требования по безопасности, экологичности и технической совместимости. Все другие показатели, например дизайн или иные потребительские свойства, имеют рекомендательный характер и определяются по договоренности между товаропроизводителями и потребителями.

В стране в 1993 г. введена обязательная сертификация продукции как отечественного, так и импортного производства, на которую в стандартах или законодательных актах установлены требования по безопасности для жизни, здоровья граждан и охраны окружающей среды.

Разработана российская национальная система сертификации ГОСТ Р. С одной стороны, она учитывает особенности промышленного развития России и ее нынешнего состояния, с другой — отвечает требованиям совместимости с международными и национальными системами других стран. В развитие системы ГОСТ Р, охватывающей всю номенклатуру продукции, принят ряд систем на однородные виды продукции: пищевые продукты, продовольственное сырье и т. д.

Занимаясь сегодня сертификацией пивобезалкогольной продукции, нельзя забывать, что этому должна предшествовать каждодневная напряженная работа по совершенствованию оборудования, технологии, повышению квалификации кадров.

Таким образом, перед пивобезалкогольной промышленностью стоят большие задачи, для решения которых необходимы квалифицированные кадры.

Данный учебник предназначен для учащихся средних учебных заведений, специализирующихся по пивоваренному и безалкогольному производству. В нем изложены сведения, знание которых необходимо технологу при решении производственных вопросов.

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА, ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

●

Производство солода, пива и безалкогольных напитков основано на преобразовании растительного сырья с помощью ферментативных реакций. Важные составные части сырья (ячменя, ржи, кукурузы, риса и т. д.) — это углеводы и белки, которые при изготовлении солода, пива и безалкогольных напитков подвергаются изменениям под действием ферментов, чаще всего продуцируемых микроорганизмами. Таким образом, биохимические процессы — главные в технологии солода, пива и безалкогольных напитков.

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ПРОЦЕССЕ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

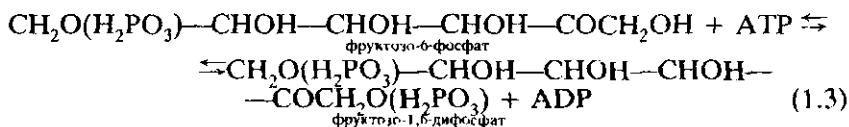
Для производства пива используют солод, который получают из ячменя. Непроросший ячмень содержит β -амилазу, после длительного хранения ячменя могут быть установлены следы активности α -амилазы. В нормальных условиях активность ферментов не проявляется. Ферменты в основном накапливаются и начинают проявлять свое действие в процессе проращивания зерна, когда создаются благоприятные условия: достигаются определенная влажность зерна, оптимальные температура и содержание кислорода воздуха. Проращивание ячменя происходит при температуре ниже температур, оптимальных для действия амилолитических ферментов, поэтому ферментативные процессы протекают замедленно и крахмала гидролизуются около 5%; протеолитические ферменты, наоборот, действуют более активно, и белковые вещества при проращивании подвергаются значительному распаду; изменяются и другие составные части зерна.

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ПРОЦЕССЕ БРОЖЕНИЯ

Брожение — это сложный биохимический процесс превращения веществ питательной среды в новые вещества под действием микроорганизмов и ферментов, вырабатываемых микроорганизмами.

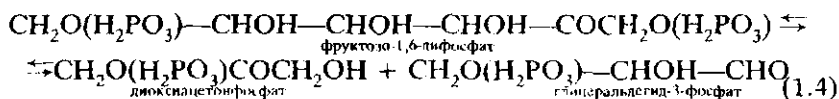
Получение пива, кваса, вина и спирта основано на брожении.

3. Далее под действием соответствующего фермента фосфофруктокиназы со второй молекулы АТФ переносится еще один фосфорный остаток на фруктозо-6-фосфат и образуется фруктозо-1,6-дифосфат и новая молекула АДФ:



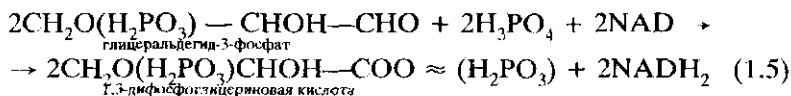
Образованием фруктозо-1,6-дифосфата заканчивается подготовительная стадия спиртового брожения с переносом макроэргических фосфатных связей и с преобразованием гексозы в лабильную оксиформу, легко подвергающуюся дальнейшим ферментативным превращениям.

4. Важнейшая стадия — десмолиз, при котором разрываются углеродные цепи фруктозодифосфата с образованием двух молекул фосфотриоз. Симметричное расположение остатков фосфорной кислоты по концам молекулы фруктозы облегчает разрыв ее углеродной цепи как раз в середине. Реакция катализируется ферментом альдолазой и обратима:



Главная роль в дальнейших превращениях при спиртовом брожении принадлежит глицеральдегид-3-фосфату, который под действием фермента триозофосфатизомеразы образует диоксиацетонфосфат.

5. Стадия окисления двух молекул глицеральдегид-3-фосфата. Эта реакция катализируется триозофосфатдегидрогеназой, коферментом которой является NAD (никотинамидадениндинуклеотид). В окислении участвует фосфорная кислота. Реакция протекает по следующему уравнению:



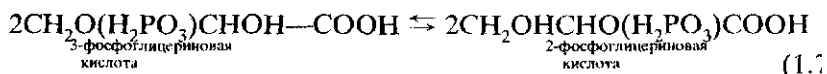
Молекула глицеральдегид-3-фосфата присоединяет фосфат, а водород переносится на кофермент NAD, который восстанавливается (NADH₂). Энергия, освобождающаяся в результате окисления глицеральдегид-3-фосфата, аккумулируется в макроэргической связи образующейся 1,3-дифосфоглицериновой кислоты.

6. Фосфатный остаток 1,3-дифосфоглицериновой кислоты, содержащий макроэргическую связь, при участии фермента фосфоглицераткиназы переносится на молекулу АДФ. Образуется 3-фос-

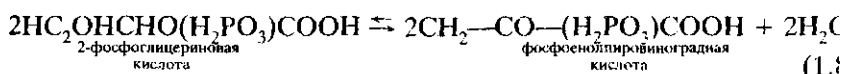
фоглицериновая кислота, и ADP, приобретая дополнительную макроэргическую связь, превращается в АТР:



7. Под действием фермента фосфоглицеромутазы остаток фосфорной кислоты перемещается от третьего углерода ко второму и в результате 3-фосфоглицериновая кислота превращается в 2-фосфоглицериновую кислоту:

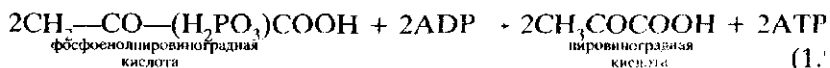


8. Следующая стадия — дефосфорилирование фосфоглицериновой кислоты. При этом 2-фосфоглицериновая кислота под действием фермента фосфопируватгидратазы путем дегидратирования (потеря воды) превращается в фосфоенолпировиноградную кислоту:



При этом превращении перераспределяется внутримолекулярная энергия и большая ее часть аккумулируется в макроэргической фосфатной связи.

9. Весьма нестойкая фосфоенолпировиноградная кислота легко дефосфорилируется, при этом остаток фосфорной кислоты под действием фермента фосфофразы передается вместе с макроэргической связью молекуле ADP. В результате этого образуется более устойчивая кетоформа пировиноградной кислоты, а ADP превращается в АТР:



10. Пировиноградная кислота под действием фермента пируватдекарбоксилазы декарбоксилируется с отщеплением CO₂ и образует уксусный альдегид:



11. Уксусный альдегид при участии фермента алкогольдегидрогеназы взаимодействует с NADH₂, образовавшимся ранее при окислении фосфоглицеринового альдегида в фосфоглицериновую кислоту [см. уравнение (1.5)]. В результате уксусный альдегид восстанавливается в этиловый спирт, а кофермент NADH₂ вновь регенерируется (окисляется в NAD):



Итак, завершающий этап брожения — реакция восстановления уксусного альдегида в этиловый спирт.

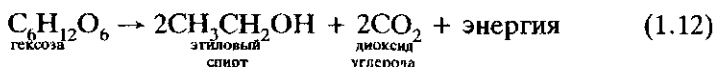
Из рассмотренного цикла реакций спиртового брожения видно, что на каждую молекулу глюкозы образуется две молекулы этанола и две молекулы CO_2 .

В процессе спиртового брожения образуется четыре молекулы АТФ [см. уравнения (1.6) и (1.9)], но две из них затрачиваются на фосфорилирование гексоз [см. уравнения (1.1) и (1.3)]. Таким образом, запасается всего 2 грамм-молекулы АТФ.

1.3. ВИДЫ БРОЖЕНИЯ

Основные типы брожения — спиртовое, молочнокислое, маслянокислое, уксуснокислое и лимоннокислое. Все виды брожения носят названия по конечным продуктам, образующимся в процессе брожения. Первые три вида брожения протекают без потребления кислорода, т. е. в анаэробных условиях, два оставшихся — в присутствии кислорода, т. е. в аэробных условиях.

Спиртовое брожение преимущественно происходит при производстве хлеба, пива, вина и спирта. В качестве возбудителя спиртового брожения применяют винные, пивные и хлебопечкарные дрожжи:



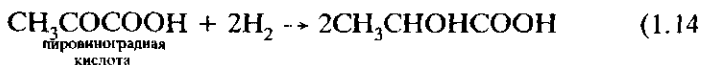
Молочнокислое брожение — основной процесс при изготовлении молочных продуктов: кефира, ацидофилина, простокваши. Кроме того, это брожение наблюдается в хлебопечении, при получении кваса, силосовании кормов, квашении капусты, засолке огурцов.

В производстве молочной кислоты для пищевой, медицинской и других отраслей промышленности используют молочнокислые бактерии. Эти микроорганизмы разделяют на две группы: гомоферментативные, образующие молочную кислоту, и гетероферментативные, которые кроме молочной образуют летучие кислоты, этиловый спирт, диоксид углерода и другие продукты.

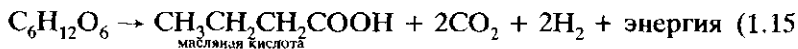
При гомоферментативном брожении гексозы расщепляются с образованием двух молекул молочной кислоты:



Промежуточные реакции гомоферментативного молочнокислого брожения протекают до стадии образования пировиноградной кислоты, которая восстанавливается до молочной кислоты:



Маслянокислое брожение протекает в анаэробных условиях и вызывается спорообразующими маслянокислыми бактериями род: клостридиев. В результате маслянокислого брожения образуются масляная кислота, диоксид углерода и водород по суммарному уравнению



Масляная кислота — летучая жидкость с неприятным запахом. В бродильных производствах маслянокислое брожение происходит из за неправильного проведения процесса. При образовании масляной кислоты подавляется рост дрожжей, ухудшаются вкусовые достоинства продукта.

Эфиры масляной кислоты имеют приятные запахи: этиловый эфир — грушевый, амиловый — ананасный, метиловый — яблочный и т. д. Поэтому их используют в качестве ароматических веществ в кондитерской промышленности.

Уксуснокислое брожение — это окисление уксуснокислыми бактериями этилового спирта до уксусной кислоты. Процесс, вызываемый уксуснокислыми бактериями, внешне напоминает спиртовое брожение. На самом же деле это типичное окисление в аэробных условиях, так как уксусная кислота и далее окисляется бактериями до диоксида углерода и воды, в то время как продукты истинного брожения не подвергаются дальнейшему расщеплению.

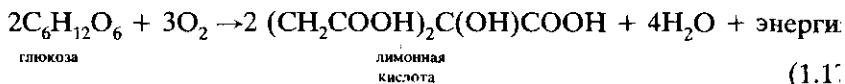
Суммарное уравнение процесса образования уксусной кислоты имеет вид



Уксуснокислые бактерии, присутствующие в спиртосодержащем продукте, придают ему специфические вкус и запах. Если продукт небольшим количеством спирта (пиво, вино) оставить в соприкосновении с воздухом, в нем постепенно образуется уксус, а на поверхности пленка, состоящая из бактерий. Для предотвращения образования уксуса стремятся удалить воздух из бутылки и герметически закупорить.

Окисление этилового спирта уксуснокислыми бактериями лежит в основе технического производства уксуса.

Лимоннокислым брожением называется окисление сахара в аэробных условиях плесневыми грибами в лимонную кислоту. Этот процесс выражается следующим суммарным уравнением:



Лимонная кислота — одна из немногих пищевых кислот, используемых в больших количествах при изготовлении напитков.

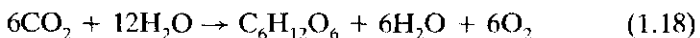
1.4. УГЛЕВОДЫ

Углеводы в процессах брожения — источники питания микроорганизмов для образования этилового спирта, молочной и лимонной кислот, ацетона и бутилового спирта, глицерина.

Углеводы представляют большой класс органических соединений, состоящих из углерода, водорода и кислорода. В большинстве углеводов водород и кислород содержатся в том же соотношении, что и в воде, и состав их выражается формулой $C_n(H_2O)_m$. Однако некоторые углеводы имеют другое соотношение водорода и кислорода, например рамноза ($C_6H_{12}O_5$).

Углеводы подразделяют на моносахариды (простые сахара), полисахариды 1-го порядка (сложные сахара, олигосахариды) и полисахариды 2-го порядка (полиозы).

Моносахариды. Они образуются в зеленых растениях из диоксида углерода и воды за счет световой энергии. Этот процесс называется фотосинтезом, суммарное уравнение которого имеет следующий вид:



Моносахариды — это углеводы, не способные к гидролизу. По числу углеродных атомов различают моносахариды триозы (C_3), тетрозы (C_4), пентозы (C_5), гексозы (C_6), гептозы (C_7) и т. д. Наиболее важны и распространены в природе пентозы, имеющие пять атомов углерода (арабиноза, ксилоза), и особенно гексозы, содержащие шесть атомов углерода (глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза). Гексозы под действием ферментов дрожжей сбраживаются в этиловый спирт и диоксид углерода; пентозы дрожжами не сбраживаются.

Важнейшие представители моносахаридов — глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза, ксилоза и арабиноза.

Глюкоза (виноградный сахар, или декстроза) широко распространена в растениях. В свободном виде она находится в зерне, хмеле, входит в состав крахмала, клетчатки, гемицеллюлоз, гликогена, декстринов, сахарозы, мальтозы, раффинозы.

Фруктоза (плодовый сахар, или левулеза) в свободном состоянии присутствует в нектаре цветов, фруктах, меде, в небольших количествах — в пивном сусле; хорошо сбраживается дрожжами.

Галактоза — пространственный изомер глюкозы, содержится в ячмене в виде составной части лактозы, мелибиозы, раффинозы, гемицеллюлозы, гумми-веществ и др.

Манноза также находится в растениях в виде составной части полисахаридов (гемицеллюлоз и слизей).

Ксилоза входит в состав гемицеллюлоз, гумми-веществ растений и в небольших количествах встречается в них в свободном виде.

Арабиноза широко распространена в растениях как составная часть гемицеллюлоз, гумми-веществ, пектиновых веществ.

Полисахариды 1-го порядка. В эту группу входят углеводы содержащие от 2 до 10 остатков моносахаридов. Наиболее распространены полисахариды, имеющие два или три остатка моносахаридов, называемые соответственно дисахариды и трисахариды.

Представителями дисахаридов являются сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$, мальтоза $C_{12}H_{22}O_{11}$, мелибиоза $C_{12}H_{22}O_{11}$, а трисахаридов — раффиноза $C_{18}H_{32}O_{16}$, кестоза $C_{18}H_{32}O_{16}$.

Сахароза (тростниковый сахар, свекловичный сахар) содержится в сахарной свекле, сахарном тростнике, плодах, овощах, ягодах: ржаном и ячменном солоде. Сахароза представляет собой дисахарид, состоящий из глюкозы и фруктозы.

Мальтоза (солодовый сахар) — дисахарид, состоящий из двух остатков глюкозы. Мальтоза образуется из крахмала при действии на него фермента амилазы. Содержится в солоде и поэтому называется также солодовым сахаром. Мальтоза хорошо растворима в воде.

Мелибиоза — дисахарид, состоящий из остатков глюкозы галактозы; входит в состав трисахарида раффинозы, встречается в растениях и в свободном виде.

Раффиноза присутствует во многих растениях, в частности в корнях сахарной свеклы.

Полисахариды 2-го порядка. Полисахариды — это высокомолекулярные углеводы, состоящие из остатков моносахаридов. К ним относятся крахмал, гликоген, инулин, целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые вещества и др.

Крахмал — самый распространенный углевод растений (картофель, зерновые злаки и др.), образующийся в результате фотосинтеза. В растениях крахмал накапливается в виде зерен различной формы и размеров — от 0,002 до 0,15 мм. Крахмал — типичный гидратный коллоид, состоящий из двух полисахаридов: амилозы и амилопектина. Амилоза и амилопектин построены из α -D-глюкозосодержащих остатков. Молекула амилозы представляет собой длинную прямую цепь, состоящую исключительно из глюкозных остатков, связанных гликозидными связями между первым и четвертым углеродными атомами.

Молекула амилопектина имеет вид разветвленной цепи. В основной цепи глюкозные остатки соединены между собой α -1,4-связями, а боковые цепочки присоединяются α -1,6-связями.

Кроме указанных полисахаридов в крахмале содержатся минеральные вещества и высокомолекулярные жирные кислоты. Минеральные вещества составляют от 0,2 до 0,7%; это главным образом фосфорная кислота. Высокомолекулярные жирные кислоты (до 0,6%) представлены пальмитиновой, стеариновой и др.

Кислоты и амилолитические ферменты гидролизуют крахмал с образованием мальтозы, мальтотриозы, глюкозы, других сахаров. В качестве промежуточного продукта при гидролизе крахмала образуются полисахариды различной молекулярной массы, называемые декстринами. Различают четыре группы декстринов:

амилодекстрины, растворяющиеся в 25%-ном этиловом спирте, но осаждаемые из растворов этиловым спиртом при концентрации его в растворе 40%, окрашиваемые раствором йода в фиолетово-синий цвет;

эритродекстрины, растворяющиеся в 55%-ном этиловом спирте, но осаждаемые из растворов этиловым спиртом при концентрации его в растворе 65%, окрашиваемые раствором йода в красно-бурый цвет;

ахродекстрины, растворяющиеся в 70%-ном этиловом спирте, не окрашиваемые йодом;

мальтодекстрины, не осаждаемые этиловым спиртом и не окрашиваемые йодом.

Инулин — высокомолекулярный углевод, содержащийся в некоторых растениях (корнях цикория, клубнях земляной груши и др.). При гидролизе его кислотами и ферментом инулиназой образуется фруктофураноза и небольшое количество глюкопиранозы. Из растений, имеющих инулин, можно получать фруктозу.

Целлюлоза (клетчатка) — основное вещество, входящее в состав клеточных стенок растений. Каждая молекула целлюлозы представляет собой длинную неразветвленную цепь глюкозных остатков. В воде целлюлоза нерастворима и только набухает в ней. При кипячении с минеральными кислотами (серной, соляной) целлюлоза превращается в глюкозу.

Гемицеллюлозы (полуклетчатка) — это группа структурных гетерополисахаридов стенок клеток эндосперма и оболочек зерна, которые нерастворимы в воде и растворяются в слабых растворах щелочей. Гемицеллюлозы содержатся в зернах ячменя, а также в кукурузных початках, соломе, отрубях и др. В состав гемицеллюлоз входят гексозаны и пентозаны. Гемицеллюлозы гидролизуются кислотами легче, чем целлюлоза; при гидролизе образуются пентозы (арабиноза, ксилоза) и гексозы (манноза, галактоза и др.).

Другим представителем гемицеллюлоз, находящихся в клеточной стенке растений, является β -глюкан, состоящий из остатков β -глюкозы, связанных β (1→3)- и β (1→4)-связями.

Ячменный β -глюкан сконцентрирован в эндосперме, стенки клеток которого построены из нерастворимого в воде β -глюкана, входящего во фракцию гемицеллюлозы.

Гумми-вещества представляют собой сложные смеси полисахаридов. Основные компоненты их — глюкозан (β -глюкан) и пентозаны, дающие при кислотном гидролизе ксилозу и арабинозу. Несмотря на различную растворимость гемицеллюлозы и гумми-веществ

ячменя, они, по-видимому, значительно не различаются между собой по химическому строению полисахаридов, входящих в их состав.

Количество гумми-веществ в ячмене зависит от сорта, погодных условий и условий произрастания.

Пектиновые вещества являются полисахаридами, состоящими из галактозы, арабинозы, галактуроновой кислоты и др. Эти вещества играют важную роль в строении тканей растений. Они как бы склеивают между собой клетки, образуя межклеточные пластинки, также входят в состав клеточных оболочек. Пектиновыми веществами богаты некоторые ткани и органы растений, например листья, мякоть и кожица плодов и овощей. В присутствии сахара кислоты пектиновые вещества образуют желеобразные студни благодаря чему их используют в кондитерской промышленности.

В плодах и овощах содержатся протопектин (нерастворимая в воде форма) и пектин (растворимая форма), образующая коллоидные растворы). По мере созревания плодов протопектин переходит в пектин.

В ячмене пектиновые вещества находятся в форме нерастворимого протопектина, который входит в состав клеточных стенок являясь цементирующим материалом, и в форме растворимого пектина.

1.5. БЕЛКИ

Для питания микроорганизмов, возбудителей брожения, необходимы не только углеводы, но и продукты гидролиза белков — аминокислоты.

Состав белков. Белки — вещества, в состав которых кроме углерода, водорода и кислорода входят также азот и почти всегда сера. Некоторые белки содержат также фосфор. Белками называют высокомолекулярные полимеры аминокислот, необходимые для жизни растений, животных и микроорганизмов. Белки играют важную роль в построении живой клетки. Часть белков обладает ферментативными свойствами, участвует в обмене веществ и наряду с нуклеиновыми кислотами является основой всего живого на Земле. Можно сказать, что нуклеиновые кислоты — администраторы клетки, белки — ее рабочие, без них не может произойти ни одна реакция.

Белки присутствуют в протоплазме живой клетки. В растении белковые вещества находятся в различном состоянии: растворенные (в клеточном соке), полурасстворенные (в цитоплазме) и нерастворенные (как запасной материал в зернах, клубнях и плодах). С содержанием азотистых веществ и углеводов зависят протекание технологических процессов в пивоваренном производстве и качество готового продукта.

Все белки разделяют на две группы: протейны, или простые белки, состоящие только из остатков аминокислот;

протеиды, или сложные белки, которые образуются из простых путем соединения с каким-либо веществом небелковой природы, называемым простетической группой.

Протейны в зависимости от способности растворяться в определенном растворителе разделяют на альбумины, глобулины, проламины и глютелины.

Альбуминами называют белки, растворимые в воде; глобулинами — белки, нерастворимые в воде, но растворимые в водных растворах различных солей. Представитель глобулинов в ячмене — эдестин, альбуминов — лейкозин.

Проламины — белки, нерастворимые в воде и солевых растворах, но растворимые в 60—80%-ном этиловом спирте. Представителем проламинов в ячмене является гордеин, в пшенице и ржи — глиадин, в кукурузе — зеин.

Глютелины — белки, растворимые в растворах щелочей. Представителями глютелинов являются глютеин пшеницы, глютеин кукурузы и оризенин риса.

Протеиды в зависимости от химической природы их простетической группы разделяют на нуклеопротеиды, фосфопротеиды, глюкопротеиды и липопротеиды.

Нуклеопротеиды — белки, построенные из фосфорной кислоты, сахара — пентозы — и гетероциклических оснований. Нуклеиновые кислоты представляют собой органические кислоты с большой молекулярной массой, растворяющиеся в щелочных растворах; при гидролизе они распадаются на пуриновые и пиримидиновые основания, моносахариды (рибозу или дезоксирибозу) и фосфорную кислоту.

Нуклеиновые кислоты — полимерные соединения, молекулы которых построены путем многократного повторения нескольких основных (мономерных) единиц, называемых нуклеотидами. Каждый нуклеотид состоит из азотистого основания (пуринового или пиримидинового), пентозы (рибозы или дезоксирибозы) и остатка фосфорной кислоты. Имеется два типа нуклеиновых кислот, различающихся между собой по тому, какой сахар входит в их состав (рибоза или D-2-дезоксирибоза). Нуклеиновые кислоты, содержащие D-2-дезоксирибозу, называются дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК), содержащие D-рибозу — рибонуклеиновой кислотой (РНК).

Соединения, в которых рибоза или дезоксирибоза связана с каким-либо из пуриновых или пиримидиновых оснований, называются нуклеозидами. Один из представителей нуклеозидов — аденозин — соединение аденина (пуриновое основание) с рибозой. Нуклеозиды, соединяясь с одной молекулой фосфорной кислоты,

образуют нуклеотиды. Нуклеотид, являющийся соединением аденина с одной молекулой фосфорной кислоты, называется аденозин монофосфатом. Она может присоединить к своему фосфатному радикалу еще один или два остатка фосфорной кислоты; в первом случае образуется аденозиндифосфат (ADP), во втором — аденозинтрифосфат (АТФ).

Аденозинмонофосфорная, аденозиндифосфорная и аденозинтрифосфорная кислоты чрезвычайно важны в обмене веществ, частности в процессах дыхания и брожения.

Фосфопротеиды — белки, у которых к оксигруппе остатка серы и треонина присоединены фосфорная кислота или пиродифосфаты. Эти белки активно участвуют в фосфорном обмене, а также выполняют функции запасных источников фосфорной кислоты.

Глюкопротеиды построены из простых белков, соединенных комплексными полисахаридами. В состав последних кроме простых сахаров входят аминсахара, гексуроновые кислоты и сернокислые эфиры сахаров.

Липопротеиды — белки, соединенные с жироподобными веществами — триглицеридами и фосфолипидами.

Свойства белков. При кипячении под действием электролитов этилового или изопропилового спирта белки коагулируют, т. е. выпадают в осадок. Для них характерно явление денатурации заключающееся в значительном изменении свойств: понижении растворимости, увеличении вязкости, потере биологической активности. Примером денатурации может служить свертывание яичного белка при нагревании и происходящая при этом потеря им растворимости в воде. Белки, потерявшие природные свойства, называются денатурированными. Денатурация белков происходит под воздействием тех же факторов, что и коагуляция. Однако денатурация является обычной коагуляцией, а связана со значительными изменениями белка.

Белки можно осадить из раствора прибавлением солей (сернокислого аммония, сернокислого натрия и др.) и органических растворителей (этилового или изопропилового спирта). Такое осаждение называется высаливанием. Процесс высаливания обратим, и при разбавлении осадок снова переходит в раствор. Высаливание широко применяют при получении в чистом виде белков и ферментов.

Белки способны набухать, т. е. впитывать значительное количество воды, что сопровождается увеличением их объема. Белковые вещества, состоящие из остатков аминокислот, содержат карбоксильные и аминные группы и являются амфотерными электролитами, т. е. могут диссоциировать и как кислоты, и как основания. В зависимости от реакции растворителя белок может диссоциировать как кислота (в щелочном растворе) или как щелочь (в кислом растворе). В щелочном растворе молекулы белка будут заряжены

отрицательно, а в кислом — положительно. Белки — слабые электролиты, и поэтому как кислая, так и щелочная диссоциация растворов белков выражена слабо. Если через раствор белка пропустить электрический ток, то в кислом растворе молекулы белка будут двигаться к катоду, а в щелочном — к аноду. Изменяя реакцию (рН) раствора, можно уравновесить число положительных и отрицательных зарядов, вследствие чего белковые молекулы будут находиться в виде незаряженных частиц. Такое состояние системы называется изоэлектрическим. Значение рН, при котором система находится в изоэлектрическом состоянии, называется изоэлектрической точкой.

Под действием кислот, щелочей и протеолитических ферментов белки гидролизуются. Постепенный гидролитический распад белков можно представить схемой:

Белок → Пептон → Полипептиды → Аминокислоты.

1.6. ФЕРМЕНТЫ

Ферменты — органические или биологические катализаторы белковой природы, с помощью которых ускоряют течение реакций. Способ воздействия ферментов характеризуется большой специфичностью, это означает, что один фермент катализирует в каждом данном случае определенную реакцию. Ферменты играют важную роль при проращивании ячменя, в процессах брожения и дображивания.

Классификация ферментов. Согласно изданию «Номенклатура ферментов» (1979 г.) ферменты подразделяют на группы в зависимости от типа катализируемой реакции и на подгруппы, более точно характеризующие главные катализируемые реакции. В соответствии с номенклатурой ферменты делятся на шесть основных классов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы, или синтетазы. Вышеназванные классы ферментов подразделяются на подклассы, а последние — на более мелкие группы.

Согласно данной классификации каждый фермент имеет систематическое (рациональное) и тривиальное (рабочее) название и шифр, содержащий четыре числа, разделенных точками.

Первое число указывает, к какому из шести классов принадлежит данный фермент.

Второе число обозначает подкласс. Так, у оксидоредуктаз оно обусловлено окисляемой группой донора, у трансфераз — переносимой группой, у гидролаз — типом гидролизуемой связи, у лиаз — типом подвергающейся разрыву связи между отщепляемой группой и остатком молекулы, у изомераз — типом реакции изомеризации, а у лигаз — типом вновь образуемой связи.

Третье число обозначает подкласс. У оксидоредуктаз оно выражает тип акцептора, необходимого для каждого вида донора, у гидролаз — тип гидролизуемой связи, у лиаз — тип отщепляемой групп-

пы, у изомераз — характер превращения субстрата, а у лигаз — при роду образующегося вещества.

Четвертая цифра обозначает порядковый номер фермента в данном подклассе. Рассмотрим основные классы ферментов.

1-й класс. Оксидоредуктазы — ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции, т. е. перенос электронов от одного вещества (донора) к другому (акцептору). Донор окисляется а акцептор восстанавливается. Следовательно, эти ферменты участвуют в процессах дыхания и брожения. В этот класс входят различные дегидрогеназы, оксидазы, пероксидазы, гидроксилазы.

2-й класс. Трансферазы — ферменты, катализирующие реакции переноса с одной молекулы на другую различных химических групп. Ферменты этого класса подразделяются по характеру переносимой группы. К этому классу относятся фосфотрансферазы, аминотрансферазы, метилтрансферазы, гликозилтрансферазы. Ферменты этого класса имеют большое значение в обмене веществ в живом организме.

3-й класс. Гидролазы — ферменты, катализирующие реакции расщепления сложных соединений на более простые с присоединением воды. К этому классу относятся многие ферменты, входящие в состав ферментных препаратов, выпускаемых в нашей стране. Используются при производстве пива и безалкогольных напитков. К этому классу ферментов относятся эстеразы, гликозидазы, фосфатазы, пептидазы, целлюбогидролазы. Биохимические реакции протекающие в процессе солодоращения и приготовления пивного сула, катализируются ферментами класса гидролаз.

4-й класс. Лиазы — ферменты, катализирующие отщепление от субстрата определенных групп с образованием двойных связей или присоединение по месту этих связей. К этому классу ферментов принадлежат карбоксилазы, альдегидлиазы и др. Эти ферменты содержатся в пивных дрожжах и участвуют в процессе брожения.

5-й класс. Изомеразы — ферменты, катализирующие изомеризацию органических соединений. К этому классу ферментов относятся рацемазы, эпимеразы, цис-транс-изомеразы и др. В процесс брожения участвует ряд изомераз, являющихся ферментами пивных дрожжей (глюкозофосфатизомеразы, триозофосфатизомеразы, фосфоглицератизомеразы).

6-класс. Лигаза (синтетаза) — ферменты, катализирующие соединение, синтез сложных соединений из более простых путем разрыва пирофосфатной связи в молекуле аденозинтрифосфата (АТФ). Ферменты этого класса играют важную роль в биосинтезе белков, жирных кислот, нуклеиновых кислот и других соединений в процессах производства пива и кваса.

Комплекс ферментов, содержащихся в дрожжах, осуществляет реакцию спиртового брожения. В этот комплекс входят следующие ферменты: оксидоредуктазы, трансферазы, лиазы и изомеразы.

Свойства ферментов. В зависимости от белковой основы ферменты разделяют на две группы: ферменты протеины, представляющие собой простые белки, и ферменты протейды — сложные белки, состоящие из белка и небелкового компонента, называемого простетической группой.

Небелковая (простетическая) группа определяет каталитическую способность фермента, а белковая часть — его специфические свойства, избирательную способность действовать на строго определенный субстрат.

Присутствие белков в ферментах обуславливает их высокую молекулярную массу — в пределах 40 000...500 000. Молекулярная масса ферментов часто бывает больше молекулярной массы субстрата. Например, молекулярная масса амилозы равна 160 000, а амилопектина — 400 000.

Специфичность действия ферментов проявляется в том, что один и тот же фермент действует лишь на определенное вещество (или на несколько близких по своей химической структуре веществ) либо на определенный тип химической связи в молекуле. Так, фермент лактаза разлагает молочный сахар (лактозу) на глюкозу и галактозу, но не будет активен по отношению к сахарозе, для распада которой необходим фермент β -фруктофуранозидаза, не расщепляющая ни лактозы, ни мальтозы.

Активность ферментов зависит от следующих факторов: температуры, реакции среды, концентрации фермента и субстрата, действия активаторов и ингибиторов.

Температура, при которой наблюдается наиболее интенсивное действие фермента, называется оптимальной. Для большинства ферментов животного происхождения она близка к температуре тела 37...40 °С, для растительных ферментов — 40...60 °С.

Повышение температуры сверх оптимальной приводит к понижению активности, т. е. к инаktivации ферментов вследствие денатурации белка. Одни ферменты начинают разрушаться при 40...50 °С, другие — только при 70 °С (теплоустойчивые ферменты), при 80...90 °С почти все ферменты необратимо разрушаются.

При 0 °С ферменты почти неактивны, и у организмов, находящихся в условиях нулевых температур (например, растения), ферментативные процессы протекают замедленно.

Зависимость активности ферментов от температуры учитывают при проведении технологических процессов в пивобезалкогольной промышленности.

Каждый фермент проявляет свое действие в довольно узких пределах значений концентрации водородных ионов (рН). Существование оптимума рН объясняется тем, что в процессе активации участвуют ионизируемые группы ферментов или субстрата.

Оптимум действия амилолитических ферментных препаратов

находится при рН 5,4...6,0, протеолитических — при рН 6,0...9,5 цитолитических — при рН 3,0...5,6.

На скорость ферментативной реакции влияют концентрация субстрата, т. е. вещества, на которое действует фермент, и концентрация самого фермента. При малых концентрациях субстрата, когда фермент оказывается в избытке, скорость ферментативной реакции падает. В случае избытка субстрата также наблюдается уменьшение скорости реакции. Скорость ферментативной реакции при оптимальных концентрациях субстрата во многих случаях изменяется прямо пропорционально концентрации фермента.

На активность ферментов влияет присутствие в среде некоторых химических веществ. Одни из них повышают активность фермента (активаторы), а другие способны снижать ее или полностью подавлять (ингибиторы).

Активаторами часто бывают определенные ионы: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Mo^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} Cl^- . Для активации фермента требуется один или несколько ионов. Многие ферменты и прежде всего протеолитические, становятся более активными в присутствии незначительных количеств сульфгидрильных соединений, содержащих SH-группы. Активаторами могут служить некоторые органические вещества — витамины, хромогены и др.

Ингибиторами ферментов являются соли тяжелых металлов (свинец, серебро, ртуть, вольфрам), а также синильная кислота и ее соли, антибиотики и др. Ингибиторы связывают химически активные группы ферментов или входящие в их состав атомы металлов, тормозя или парализуя активность ферментов.

В последующих главах книги будет идти речь о ферментах, которые играют важную роль в протекании технологических процессов при производстве солода, пива и кваса.

1.7. МИКРООРГАНИЗМЫ

В производстве пива и кваса используют следующие микроорганизмы: бактерии, дрожжи, плесневые грибы. Микроорганизмы по происхождению подразделяют на культурные и дикие. Культурные микроорганизмы специально культивируют для производства, используя их жизнедеятельность и полезные свойства. Дикие микроорганизмы распространены в природе (воздухе, воде, почве, фруктах и т. д.) и извне (из воздуха и сырья, с аппаратуры) попадают на производство.

1.7.1. БАКТЕРИИ

Культурные молочнокислые бактерии применяют в качестве возбудителя брожения при получении кваса. По характеру брожения эти молочнокислые бактерии относятся к гетероферментати-

ным, т. е. образующим наряду с молочной кислотой также уксусную, этиловый спирт, диоксид углерода, водород и другие побочные продукты.

1.7.2. ДРОЖЖИ

Использование дрожжей при производстве пива и кваса основано на их способности превращать сахар под действием комплекса ферментов в этиловый спирт и диоксид углерода. В связи с этим дрожжи получили общее название сахарных грибов или сахаромицетов. К семейству сахаромицетов относят истинные дрожжи, способные к спорообразованию. Дрожжи, не образующие споры, так называемые ложные дрожжи, объединяют в семейство несакхаромицетов. Семейство сахаромицетов делится на несколько родов. Наибольшее значение из этого семейства имеет род Сахаромицес (*Saccharomyces*), объединяющий много видов, в том числе и культурные дрожжи, применяемые в промышленности. Отдельные разновидности, различающиеся между собой по некоторым признакам, называются расами.

По поведению дрожжей в сбраживаемой среде их подразделяют на хлопьевидные и пылевидные. Оболочки хлопьевидных дрожжей клеток склеиваются друг с другом, и при развитии в жидких средах образуются хлопья, быстро оседающие на дно бродительного сосуда. Клетки пылевидных дрожжей на протяжении всего периода жизнедеятельности остаются изолированными одна от другой, т. е. находятся во взвешенном состоянии.

При производстве пива и кваса осуществляют два типа брожения — низовое (холодное) и верховое (теплое). Вызывающие их дрожжи — низового брожения (низовые дрожжи) *Sacch. carlsbergensis* и верхового брожения (верховые дрожжи) *Sacch. cerevisiae* — имеют разные свойства.

Дрожжи низового брожения проявляют свое действие при температуре 6...10 °С и ниже (до 0 °С), дрожжи верхового брожения — при температуре 14...25 °С. По окончании брожения низовые дрожжи оседают на дно бродительного сосуда, образуя плотный осадок. Верховые дрожжи во время брожения всплывают на поверхность, где и остаются до окончания процесса. По структуре низовые дрожжи хлопьевидные, а верховые — пылевидные.

В пивоваренной промышленности применяют в основном дрожжи низового брожения, хотя иногда — и верхового брожения. Наиболее часто используют низовые дрожжи вида *Sacch. carlsbergensis*, расы 776, 11, 41, S и P (львовская раса), 8a(M) и др.

Дрожжи верхового брожения — всегда вида *Sacch. cerevisiae*, они предназначены для приготовления темных сортов пива (раса 191-K) и кваса (расы M, 131-K, C-2, хлебопекарные дрожжи и др.).

1.7.3. ПЛЕСНЕВЫЕ ГРИБЫ

Плесневые грибы рода *Аспергиллус* (*Aspergillus*) используются для получения ферментных препаратов (амилазы, протеазы, пектазы и др.).

Используются следующие виды: *Asp. oryzae*, *Asp. niger*, *Asp. awamori* и др.

Плесневые грибы вида *Asp. oryzae* образуют много α -амилазы и мало глюкоамилазы, которая отщепляет одиночные остатки глицерина от нередуцирующего конца цепей крахмала, *Asp. niger* — мало α -амилазы, но обладает высокой активностью глюкоамилазы. Активность декстриназы этих двух видов примерно одинакова. Наряду с амилолитическими ферментами плесневые грибы вида *Asp. oryzae* и *Asp. niger* продуцируют протеолитические, пектолитические и другие ферменты, вида *Asp. awamori* — амилолитические ферменты: глюкоамилазу, декстриназу и мало α -амилазы; протеолитических ферментов не образуют.

1.7.4. МИКРООРГАНИЗМЫ — ВРЕДИТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА

Микроорганизмы, оказывающие отрицательное действие на технологические процессы и качество готовой продукции, считают вредителями производства.

В производстве пива наибольшую опасность представляют молочнокислые бактерии, относящиеся к роду *Лактобацилл*. Бактерии рода *Педиококкус* (пивные сарцины), уксуснокислые бактерии, дикие дрожжи и плесневые грибы.

Из-за инфицирования молочнокислыми бактериями повышается кислотность сула и пива, ухудшаются их вкус и аромат, появляется муть в готовой продукции.

Педиококки в ходе производственного процесса инфицируют пивные дрожжи, что приводит к их отмиранию. Вследствие этого пиве появляются неприятный вкус и медовый запах, образуется помутнение.

При обсемененности пива уксуснокислыми бактериями на поверхности его образуется пленка, оно закисает.

Дикие дрожжи обуславливают посторонний запах, неприятную горечь и помутнение пива. Кроме того, размер клеток этих дрожжей намного меньше, чем пивных, поэтому затруднено отделение от пива.

Плесневые грибы способствуют появлению в пиве затхлои («подвального») привкуса и плесенного запаха. Эти грибы, попадая на пивоваренный солод, вызывают отмирание зародыша, что приводит к потемнению зерна и значительному понижению его ферментативной активности.

Безалкогольные напитки представляют собой селективные питательные среды для развития микроорганизмов, поскольку содержат

углеводы, азотистые вещества, минеральные соли, органические кислоты и имеют высокую концентрацию диоксида углерода. В таких условиях способны развиваться дрожжи, молочнокислые и уксуснокислые бактерии, плесневые грибы.

В газированных напитках микроорганизмы представлены в основном (90%) дрожжами, которые вызывают появление опалесценции, мути, выпадание хлопьев, осадка, изменение цвета и вкуса.

Бактерии рода *Лейконосток* и *Лактобациллы* могут стать причиной появления в напитках опалесценции, слизи, тягучих нитей, гнилостного и маслянистого вкуса, а также образования пены и разрыва бутылок.

Уксуснокислые бактерии вызывают порчу напитка, плесневые грибы — образование хлопьев и обесцвечивание напитков, а также плесенный вкус.

В квасе могут присутствовать следующие вредные микроорганизмы: молочнокислые бактерии рода *Лейконосток*, уксуснокислые бактерии, плесневые грибы, дикие дрожжи. В квасном сусле и квасе наиболее распространены бактерии рода *Лейконосток*, способствующие ослизнению полупродукта и готовой продукции. Уксуснокислые бактерии обуславливают повышение кислотности, ухудшение вкуса и стойкости кваса. Плесневые грибы придают квасу плесенный запах и посторонний привкус.

1.7.5. МЕРЫ БОРЬБЫ С ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

Под производственной инфекцией понимают загрязнение посторонними микроорганизмами, попадающими на полупродукт и готовую продукцию из сырья, полуфабрикатов, воды, воздуха и т. п. Источник инфекции может находиться также на самом предприятии, если неэффективны меры борьбы с посторонней микрофлорой, нерегулярно удаляют отходы, не соблюдают правила личной гигиены и т. п.

В условиях пивобезалкогольных предприятий определенную роль переносчика микроорганизмов играет воздух производственных помещений. В него микроорганизмы (бактерии, дрожжи, плесени) попадают с пылью, которая затем оседает на поверхности продукта и оборудования. Воздух закрытых помещений считается чистым при содержании не более 2000 микроорганизмов в 1 м³. На пищевых предприятиях снижение запыленности производственных цехов и помещений достигается регулярной уборкой, использованием системы вентиляции, своевременным удалением отходов и отбросов.

Производственная вода также может содержать различные микроорганизмы (железобактерии, сапрофиты, бактерии группы кишечной палочки и др.). Поэтому в соответствии с требованием стандарта по бактериологическим показателям в 1 мл воды должно

содержаться не более 100 клеток бактерий и не более трех бактер- групп кишечной палочки в 1 л воды.

Зерновое сырье и полуфабрикаты также являются источниками поступления вредных микроорганизмов на предприятие.

Для уничтожения и подавления вредных микроорганизмов проводят дезинфекцию всех производственных помещений, аппаратуры и инвентаря с целью создания безупречного санитарного режима производстве.

Способы дезинфекции. В соответствии с установленными санитарными правилами на предприятиях пивобезалкогольной промышленности систематически проводят профилактическую дезинфекцию с целью предупреждения возникновения очагов инфекции производстве.

Наряду с профилактической дезинфекцией осуществляют также экстренную, если зафиксированы инфекционные заболевания обслуживающего персонала, присутствие вредных микроорганизмов на сырье, полуфабрикатах, вспомогательных материалах и т.

На предприятиях пивобезалкогольной промышленности дезинфекцию оборудования, трубопроводов, инвентаря, производственных и бытовых помещений проводят механическими, физическими и химическими способами.

Механическими способами удаляют затвердевшие частицы, различные отложения, например пивной камень, и частично микроорганизмы с поверхностей оборудования, трубопроводов и инвентаря. Для проведения такой очистки используют щетки (ручные и с механическим приводом), метлы, скребки, водяные распылители и т. д.

Однако при механической очистке нельзя добиться полного удаления микроорганизмов, поэтому применяют более эффективные способы дезинфекции: физические и химические.

К физическим способам относятся действие высоких температур (обработка паром и горячей водой, кипячение, пастеризация), бактерицидные облучения, обесплывающая фильтрация, применение ионов серебра и др.

Горячая и кипящая вода — наиболее доступное и эффективное средство обеззараживания. Большинство неспорообразующих бактерий гибнет в горячей воде температурой 60...70 °С в течение 25...30 мин. Некоторые бактерии, например слизеобразующие, всегда погибают при данной температуре, поэтому следует использовать горячую воду температурой 85...90 °С.

При пропаривании оборудования и трубопроводов насыщенным паром погибают вегетативные и споровые формы бактерий. Следует учитывать, что в случае подачи насыщенного пара в рубашку аппарата поверхность его становится стерильной через 30 мин, припуска пара внутрь емкости — через 5...10 мин.

Практикуется уничтожение микрофлоры путем погружения

течение 20...30 мин мелкого оборудования и инвентаря в воду температурой 80...85 °С. Для усиления бактерицидного действия горячей воды ее подщелачивают 1...2%-ным раствором гидроксида натрия.

Для обеззараживания и повышения стойкости пива и безалкогольных напитков осуществляют пастеризацию, обеспложивающую фильтрацию, ультрафиолетовое облучение и применяют ионы серебра.

Химические способы основаны на использовании различных моющих и дезинфицирующих средств. Эффективность этих способов зависит от степени загрязненности и состояния обрабатываемой поверхности, биологических свойств микроорганизмов, концентрации, температуры и свойств моющих и дезинфицирующих средств и т. д.

При химической дезинфекции соблюдают следующую последовательность обработки оборудования и трубопроводов: механическая очистка; промывка теплой водой; обработка дезинфицирующим раствором; промывка горячей водой; пропаривание; промывка холодной водой. Путем механической очистки можно удалить остатки полупродукта и продукта с поверхности оборудования и тем самым повысить эффективность действия дезинфицирующего средства на микроорганизмы. При плохой очистке на стенках и поверхностях оборудования остаются следы различных продуктов, содержащих органические вещества. Они могут служить питательной средой для размножения микроорганизмов. Помимо этого органические вещества являются для микроорганизмов предохранительной пленкой, затрудняющей доступ к ним дезинфицирующего раствора.

Для санитарной обработки оборудования применяют моющие препараты — детергенты, которые удаляют загрязнения, а некоторые из них обладают антимикробным действием.

В качестве моющих препаратов используют отдельные химические вещества или смеси, состоящие из нескольких химических веществ, усиливающих эффективность очистки от загрязнений. Для предотвращения микробного инфицирования продуктов применяют дезинфицирующие препараты (дезинфектанты), обладающие бактерицидными свойствами, т. е. способностью вызывать гибель микроорганизмов.

Эффективность санитарной обработки зависит от многих факторов: степени загрязненности, состава, концентрации, температуры моющих и дезинфицирующих средств, способа очистки и т. д.

Традиционные моющие средства, например тринатрийфосфат, гидроокись и карбонат натрия, хорошо растворяют грязь, омыляют масла, жиры и обладают определенным антимикробным действием. Однако они оказывают на некоторые металлы коррозионное действие, поэтому стали применять синтетические моющие средства. Эти средства не вызывают коррозию металла, нетоксичны, высоко-

эффективны в отношении мойки и обладают дезинфицирующим действием. К синтетическим моюще-дезинфицирующим средствам относятся следующие препараты: сульфанол, сульфохлорантин, санпор, дезмол, йодонат, катапин.

Санитарная обработка оборудования. Дезинфекция является составной частью процесса приготовления солода и пива и входит в общий план работ предприятия.

Перед дезинфекцией тщательно очищают все поверхности оборудования с помощью механических средств (скребков, щеток, метел) и сильной струи воды.

Затем приступают к дезинфекции отдельных участков пивоваренного производства, используя моющие устройства и приспособления, а также различные препараты. Закрытые аппараты для брожения или дображивания моют и дезинфицируют с помощью специальных устройств — моющих головок, которые подразделяют на две группы: устройства, вводимые внутрь аппарата через люк во время мойки, и устройства, закрепленные стационарно внутри аппарата. Стационарно установленные головки имеют преимущества, так как мойка выполняется с меньшей затратой труда.

Моющие головки бывают с электрическим, пневматическим и гидравлическим приводом или без него. Наиболее часто применяют моющие устройства без привода: неподвижные (с отверстиями) и вращающиеся (в результате реактивной струи), с несколькими форсунками или с большим числом отверстий.

При горячей мойке аппаратов устанавливают моющие головки без внешнего привода, при холодной мойке и дезинфекции — реактивно-струйные моющие головки типа ВМИ и ВМГ.

Санитарную обработку горизонтальных аппаратов для дображивания с помощью моющих головок производят следующим образом. После удаления из аппарата пива в моющую головку, закрепленную в емкости на высоте 0,3...0,4 м от уровня, до которого наливают пиво, подают воду под давлением 0,8 МПа. Струи холодной воды, выходящие из четырех сопел, описывая сложную пространственную кривую, омывают всю внутреннюю поверхность аппарата. После ополаскивания аппарата приступают к циркуляционной мойке и дезинфекции. Циркуляционная мойка и дезинфекция оборудования заключаются в движении растворов по замкнутой системе емкости и трубопроводов.

Для циркуляционной мойки и дезинфекции оборудования можно применять простую установку, состоящую из двух баков, трубопровода для подачи растворов (детергент, дезинфектант), центробежного насоса, обеспечивающего необходимую скорость их циркуляции, трубопровода для возврата растворов, нагревателя, трехходовых кранов.

Для мойки и дезинфекции бродильных аппаратов рекомендуют применять установку РЗ-ВМТ, в состав которой входит следующее

оборудование: резервуары для концентрированного раствора щелочи и для приготовления рабочего дезинфицирующего раствора, емкости для чистой и для оборотной воды; фильтр для обработки рабочего дезинфицирующего раствора после аппаратов; моющие головки; насосы для подачи моющих и дезинфицирующих растворов в головки, для откачки смывных вод, для перекачки растворов в резервуары; водные патрубки; щит управления. Циркуляционной мойкой обеспечиваются гарантированная очистка аппаратов от загрязнений, а также сокращение числа рабочих, занятых на санитарной обработке.

В пивоваренном производстве один раз в неделю или через десять дней проводят общую дезинфекцию. Для этого раствор антиформина пропускают через оборудование варочного цеха и по суслопроводам направляют в отстойный аппарат и далее в аппараты для брожения и дображивания, а затем в разливочный автомат. Раствор оставляют во всей коммуникации в течение 2 ч, после чего удаляют с последующими промывкой водой и пропариванием в течение 0,5...1 ч. Затем все трубопроводы и шланги промывают холодной водой.

Для оценки качества дезинфекции отбирают пробы смывных вод с оборудования, трубопроводов и т. д. .

Санитарная обработка оборудования безалкогольного производства включает в себя механическую чистку, промывку водой, мойку, дезинфекцию с последующей промывкой водой.

Сироповарочные котлы после каждой варки очищают снаружи и внутри, а затем промывают водой.

Общую дезинфекцию технологического оборудования и коммуникаций для производства безалкогольных напитков проводят 1 раз в неделю. Для этого раствор антиформина (содержание активного хлора 1,2...1,5 г/л) подают в сироповарочный котел, далее пропускают по оборудованию и трубопроводам всего технологического цикла, заканчивая дозировочным и разливочным аппаратами.

При санитарной обработке оборудования квасного производства стремятся устранить вредные микроорганизмы, встречающиеся на различных этапах приготовления хлебного кваса.

Помещения для хранения солода, муки, сахара должны быть сухими, хорошо вентилируемыми. Уборку этих помещений производят не реже 1 раза в неделю.

Оборудование для дробления зернопродуктов и механизмы (нори, транспортеры) очищают от остатков сырья 1 раз в неделю.

Настойные и заторные аппараты после каждого освобождения от квасного сула промывают водой и 1 раз в неделю дезинфицируют паром или 0,3...0,5%-ным раствором хлорной извести.

Аппарат для растворения концентрата в воде и купажный аппарат для смешивания сула с сахаром после каждого оборота промывают водой и пропаривают, а дезинфицируют 2 раза в неделю раствором антиформина.

Теплообменные аппараты для охлаждения квасного сусла, сброженного сусла и кваса, а также суслопроводы дезинфицируют 1 раз в неделю раствором антиформина в течение 5...6 ч, если предприятие работает круглосуточно.

Ежедневно по окончании работы, если предприятие работает периодически, суслопроводы промывают горячей водой, не реже 2 раз в месяц их дезинфицируют 0,2%-ным раствором гидроокиси натрия или раствором антиформина.

Открытые бродильные и купажные аппараты промывают водой после каждого оборота, а дезинфицируют 2 раза в неделю препаратами, применяемыми в пивоварении для идентичного оборудования.

Бродильно-купажные аппараты моют 1 раз в неделю водой, а дезинфицируют раствором антиформина 1 раз в месяц зимой и 2 раза летом.

Оборудование для приготовления сахарного сиропа дезинфицируют 1 раз в месяц теми же препаратами, что и в безалкогольном производстве.

На предприятиях, вырабатывающих квас, проводят также обычную дезинфекцию оборудования и трубопроводов раствором антиформина. При дезинфекции оборудование для приготовления и для брожения квасного сусла, розлива бутылочного кваса заполняют раствором антиформина и оставляют его в коммуникации в течение 2 ч.

На предприятиях промышленного розлива минеральных вод проводят дезинфекцию, периодичность которой зависит от вида выполняемой технологической операции. Дезинфекцию каптажа, трубопроводов к заводским сборникам, автомобильных и железнодорожных цистерн, резервуаров для хранения минеральных вод осуществляют осветленным раствором хлорной извести (100 мг активного хлора на 1 л воды) в течение 1 ч. После дезинфекции оборудование, за исключением цистерн, отмывают минеральной водой до исчезновения следов хлора. Цистерны отмывают питьевой водой до исчезновения следов хлора, а затем ополаскивают минеральной водой.

Новые и сильно загрязненные цистерны перед обработкой раствором хлорной извести или паром заполняют на 2...4 ч 1,0...1,5%-ным раствором карбоната натрия. Затем внутреннюю поверхность цистерн очищают щетками, моют питьевой водой и приступают к дезинфекции.

Оборудование для обработки и розлива минеральной воды дезинфицируют следующим образом. В главный коллектор трубопровода или в резервуар для хранения минеральной воды вносят осветленный раствор хлорной извести (100 мг активного хлора на 1 л воды). Затем насосом под давлением 0,12...0,15 МПа дезинфицирующий раствор подают в керамические фильтры (фильтры-прессы), теплообменник, сатурационную установку, камеры для обеззараживания воды и резервуар разливочного автомата. Дезинфициру-

ющий раствор должен находиться в течение 1 ч в трубопроводе и оборудовании, а затем его удаляют через разливочное устройство разливочного автомата. Далее оборудование промывают в два этапа: вначале питьевой водой под давлением 0,15...0,2 МПа, а затем минеральной водой.

Керамические свечи перед обработкой дезинфицирующим раствором промывают питьевой водой, а затем погружают в 3%-ный раствор соляной кислоты температурой до 50 °С на 10...15 мин. Чтобы удалить кислоту, свечи промывают питьевой водой.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие факторы влияют на процесс спиртового брожения? 2. Какие основные виды брожения вы знаете? 3. Назовите важнейших представителей углеводов. 4. Как классифицируются белки? Каковы их свойства? 5. Какие промежуточные продукты гидролитического распада белков вы знаете? 6. Что такое ферменты? Как их классифицируют? 7. Что вы знаете о ферментном комплексе дрожжей? 8. Какие микроорганизмы используют в производстве пива и кваса? 9. Чем отличаются дрожжи низового брожения от дрожжей верхового? 10. Какие микроорганизмы отрицательно влияют на протекание технологических процессов и качество готового продукта? 11. Какие способы дезинфекции вы знаете?

Глава 2. СЫРЬЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПИВОВАРЕННОГО И БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

●

Получение готового продукта с определенными заданными свойствами зависит от правильного выбора сырья с учетом его технологических свойств, а также выбора вспомогательных материалов.

2.1. СЫРЬЕ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

2.1.1. ЯЧМЕНЬ

Основное сырье для производства пива — солод, который готовят из ячменя.

Из всех видов зерновых культур ячмень имеет наиболее благоприятные свойства для пивоварения. Это связано с химическим составом ячменя, наличием оболочки, обеспечивающей хорошую защиту ростка, образующегося в процессе прорастания. Оболочка служит также естественным фильтрующим слоем при промывании пивной дробины водой.

Характеристика зерна. Ячмень принадлежит к семейству злаков. По расположению зерен в колосе различают шестирядный, четырехрядный и двухрядный ячмени.

В колосе шестирядного ячменя у стержня звездообразно расположено шесть неодинаково развитых зерен. Шестирядный ячмень с шестью хорошо развитыми зернами встречается редко; обычно четыре зерна развиты в нем слабее. Такой ячмень похож скорее на четырехрядный. Четырехрядный ячмень — разновидность шестирядного, но его зерна несколько сдвинуты по оси по отношению друг к другу.

Неоднородность размеров зерен шестирядных и четырехрядных ячменей обуславливает их разную скорость замачивания и проращивания. Содержание оболочки и белка в них относительно высокое. Эти ячмени обычно используют для кормовых целей.

Двухрядный ячмень имеет только два хорошо развитых зерна. Эти зерна крупнее, чем в шестирядном и четырехрядном ячмене, имеют высокое содержание крахмала. Наиболее пригодные для пивоварения — двухрядные ячмени.

В зависимости от времени посева ячмень разделяют на яровой и

озимый. Двухрядный ячмень — это типичный яровой, тогда как шестирядный и четырехрядный ячмени — озимый и яровой.

Сорта пивоваренного ячменя. Содержание крахмала, белка, наличие разнообразных ферментов и других веществ (полифенолов, гуммиобразных и пр.), находящихся в зерне, зависят от сорта, а в наибольшей степени — от условий выращивания ячменя (климата, почвы, культуры возделывания).

Усилия работников сельского хозяйства и пивоваренной промышленности направлены на выращивание немногих хороших пивоваренных сортов ячменя для получения однородного качества солода и, следовательно, пива. Ведутся работы по концентрации посевов пивоваренного ячменя в наиболее благоприятных районах, чтобы улучшить качество зерна. Кроме того, назрела необходимость в специализации хозяйств по выращиванию пивоваренного ячменя.

Наиболее часто в России районированы и высевают следующие сорта: Винер, Московский 2, Московский 3, Московский 121, Носовский 6, Носовский 9, Нутанс местный, Нутанс 115, Нутанс 187, Романтик, Черниговский 5, Черниговский 7, Юлия и др.

Строение зерна. При рассмотрении ячменного зерна различают плоско-выпуклую спинную сторону и более выпуклую брюшную сторону. Последняя имеет продольную бороздку.

Три основные части зерна ячменя — оболочка, эндосперм и зародыш (рис. 2.1).

Оболочка состоит из нескольких клеточных слоев, которые подразделяются на мякинную, плодную и семенную оболочки. Мякинная оболочка образует наружное ограничение зерна и защищает его от повреждений. Следующие оболочки — плодовая и семенная — состоят из нескольких слоев клетчатки. Отдельные слои срослись между собой в большей или меньшей степени. В технологическом отношении имеет значение полупроницаемая семенная оболочка, так как она пропускает внутрь зерна воду, задерживая при этом растворенные соли и другие вещества.

Эндосперм (мучнистое тело) покрыт алейроновым слоем, представляющим собой два ряда толстостенных клеток

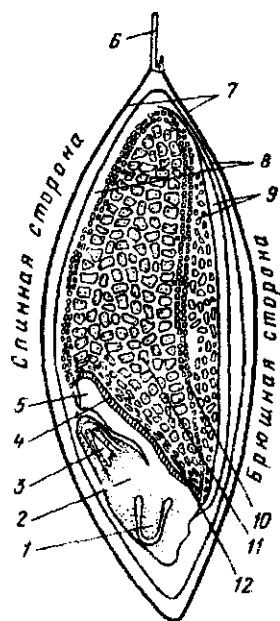


Рис. 2.1. Продольный разрез зерна ячменя:

Зародыш: 1 — корешок; 2 — зачаток зародышевого листка; 3 — зачаток корешка; 4 — всасывательный эпителий; 5 — щиток со столбчатым эпителием; 6 — ость; оболочки: 7 — мякинная; 8 — плодовая и семенная; 9 — бороздка, эндосперм; 10 — алейроновый слой; 11 — крахмальные клетки; 12 — растворенные крахмальные клетки

призмовидной формы, в состав которых входят белок и жир. Эндосперм имеет тонкостенные клетки, наибольшая часть их содержит крахмал, а некоторая заполнена белком и гумми-веществами. От соотношения крахмала и этих веществ в клетках эндосперма зависят выход экстракта и качество солода.

Зародыш расположен на спинной стороне зерна, состоит из щитка, зачатков зародышевого листа—почечки, первичного стебля и корешка. Щиток посредством эпителий и ферментов передает из эндосперма зерна питательные вещества к зародышу. Зародыш обуславливает способность зерна к прорастанию: так, из зачатков зародышевого листка развивается стебель, а из зародышевого корешка — корни ячменя, а также корешки солода.

Химический состав зерна. Пивоваренный ячмень имеет в среднем следующий химический состав (в % мас. в пересчете на сухие вещества): крахмал — 55...64; сахароза — 1...2; мальтоза, глюкоза, фруктоза — 0,1...0,2; остальные сахара — 1; водорастворимые гумми-вещества — 1...1,5; гемицеллюлоза — 8...10; целлюлоза — 4...5; жиры — 2...3; белок — 8...12, в том числе альбумины — 0,4...0,5, глобулины — 3, проламины — 3...4, глютелины — 3...4, аминокислоты — 0,5...0,6; нуклеиновые кислоты — 0,2...0,3; минеральные вещества — 2; прочие безазотистые экстрактивные вещества (полифенольные вещества, лигнин, фитин и др.) — 5...6.

Углеводы ячменя представлены крахмалом, гемицеллюлозой, целлюлозой (клетчаткой) и гумми-веществами, а также продуктами распада различных полисахаридов.

Крахмал — важнейшая составная часть экстракта пивоваренного ячменя в качественном и количественном отношении. Он служит резервным питательным веществом при прорастании, а продукты его ферментативного гидролиза образуют большую часть экстрактивных веществ суслу и пива. Содержание крахмала — важный критерий оценки качества ячменя.

Основная часть крахмала образуется в зерне в процессе фотосинтеза при созревании ячменя. Накопление крахмала в зерне необходимо для обеспечения зародыша запасом питательных веществ в начале развития, пока не разовьются корешки, не зацепятся за землю.

В семенах крахмал накапливается в форме отдельных гранул. Круглые, линзообразные большие гранулы имеют диаметр 15...40 мкм, более или менее шарообразные мелкие гранулы зерна — 2 мкм, они окружают большую часть зерна. Следовательно, чем больше в зерне ячменя крупных крахмальных гранул, тем лучше его технологические свойства.

Состав крахмальных гранул неединообразен. Основная часть их (97...98%) — химически чистый крахмал ($C_6H_{10}O_5$), а остальная (2...3%) — примеси (белки, жиры и минеральные вещества), которые влияют на физико-химические свойства крахмала. В крахмале

найлены также некоторые высокомолекулярные карбоновые кислоты (пальмитиновая, стеариновая и др.). Каждая гранула крахмала покрыта микроскопическим слоем белков, липопротеидов и липидов.

В зависимости от сорта ячменя крахмал состоит из амилозы (17...24%) и амилопектина (76...83%).

Амилоза имеет вид длинных, в основном неразветвленных, цепочек, построенных из остатков глюкозы. Глюкозные остатки соединены между собой через кислород при первом углеродном атоме одной цепочки и четвертом углеродном атоме следующей цепочки, т. е. посредством α -1,4-связи, молекулярная масса амилозы 10 000...500 000. Амилоза с раствором йода дает синее окрашивание, что используется для количественного определения крахмала. Амилоза не образует клейстеров.

Амилопектин представляет собой сильноразветвленные цепочки, содержащие 600...6000 остатков глюкозы и около 0,3% фосфорной кислоты. Глюкозные остатки в неразветвленной части цепочки амилопектина соединены посредством α -1,4-связи. Боковые разветвления цепочек соединены с основной цепочкой α -1,6-связью.

Молекулярная масса амилопектина 100 000...6 000 000. Амилопектин в горячей воде сильно набухает и дает клейстер. Йодом окрашивается в фиолетовый цвет.

Крахмал не растворяется в холодной воде, с йодом дает синее окрашивание; в горячей воде зерна его набухают с образованием геля из амилопектина. При постепенном нагревании с водой крахмал превращается в коллоидный раствор — крахмальный клейстер.

Температура, при которой крахмальный клейстер достигает наибольшей вязкости, обычно называется температурой клейстеризации. Температурный интервал клейстеризации основных видов крахмала ячменя, пшеницы, риса приведен в табл. 2.1.

2.1. Температурный режим клейстеризации основных видов крахмала

Зерновая культура	Диаметр зерен крахмала, мкм		Температура клейстеризации, °С		Разность пределов температур клейстеризации, °С
	минимальный	максимальный	начальная	конечная	
Ячмень	3	37	56	94	38
Пшеница	2	35	55	94	39
Рис	4	12	59	92	33

При этом интересно отметить, что крахмал ячменей, выращенных в более прохладных климатических условиях, клейстеризуется быстрее, чем крахмал ячменей, выращенных в более теплых условиях.

Пределы температуры, указанные в табл. 2.1, часто бывают необходимы для практики, так как следует, что для хорошей клейстеризации крахмала в несоложенных материалах необходима температура около 95 °С.

Целлюлоза (клетчатка) содержится в мякинной оболочке и зародыше, но отсутствует в эндосперме. Она построена из цепочек глюкозы, связанных между собой посредством β -1,4-связи. Основная составная часть целлюлозы поэтому не мальтоза, а дисахарид целлобиоза. Между гемицеллюлозой и гумми-веществами не существует значительных различий. Основные компоненты этих веществ — левовращающий глюкозан (β -глюкан) и пентозаны (арабиноксиланы), дающие вязкие растворы. Они содержатся в эндосперме и оболочке зерна.

Гумми-вещества обладают высокой вязкостью и положительно влияют на стойкость пены в пиве. Они также имеют большое значение для вкусовых качеств пива. Гемицеллюлозы и гумми-вещества расщепляются ферментами, принадлежащими к комплексу цитазы или гемицеллюлазы. Возникающие при этом продукты распада, если они не поглощаются при образовании зародыша или не употребляются на его построение, способствуют повышению экстрактивности солода.

Количество гумми-веществ в ячмене зависит от сорта и условий произрастания. При жаркой и сухой погоде их содержание увеличивается. Ячменный β -глюкан, входящий в состав гемицеллюлозы и гумми-веществ, состоит из остатков глюкозы, соединенных между собой $\beta=1,4$ - и $\beta=1,3$ -связями. Основная часть β -глюкана находится в эндосперме. Молекулярная масса β -глюкана может быть от нескольких десятков до сотен тысяч. Содержание β -глюкана в ячмене колеблется от 0,4 до 0,8%. При ферментативном расщеплении β -глюкана образуются целлобиоза и ламинарибиоза.

Ячменный β -глюкан хорошо растворим в воде, образует очень вязкие растворы, способствует прочности клеточных стенок зерна, участвует в формировании органолептических свойств пива и образовании мути в нем.

Низкомолекулярные углеводы (сахароза, раффиноза, мальтоза, глюкоза и фруктоза) в качестве питательных веществ положительно влияют на прорастание ячменя.

Азотистые вещества зерна ячменя имеют сложный химический состав. Они подразделяются на белковые вещества и аминокислоты. Белковые вещества, в свою очередь, разделяются на простые и сложные белки.

Простые белки — протеины составляют в ячмене основную часть азотистых веществ с высокой молекулярной массой. Обычно их классифицируют в зависимости от растворимости в различных растворителях на четыре большие группы: альбумины, глобулины, проламины и глютелины.

Альбумины (лейкозины) ячменя — высокомолекулярные белки, растворимые в большинстве случаев в воде и слабых солевых растворах. Они коагулируют из этих растворов при температуре около 52 °С. При кипячении сусле с хмелем полифенольные вещества, особенно из хмеля, ускоряют их коагуляцию. Область изоэлектрических точек альбуминов находится в интервале значений рН 4,6...5,8. Молекулярная масса в среднем 70 000.

Глобулины (эдестины) не растворяются в чистой воде, но растворяются в разбавленных растворах солей и, значит, до определенной степени растворяются в первом сусле. Тепловая коагуляция глобулинов наблюдается при температуре свыше 90 °С. Глобулин ячменя состоит из четырех основных фракций (α -, β -, γ -, δ -глобулин). Изоэлектрическая точка фракций глобулина находится в пределах рН 4,9...5,7. Молекулярная масса фракций глобулина различна: α -глобулина 26 000, β -глобулина 100 000, γ -глобулина 166 000, δ -глобулина 300 000. Особое внимание уделяется в пивоварении β -глобулину, так как он образует с полифенольными веществами соединения, вызывающие помутнения в пиве.

Проламины (гордеины) не растворяются в чистой воде и растворах солей, но растворяются в 50...90%-ном этиловом спирте. Они характеризуются довольно высоким содержанием глютаминовой кислоты и пролина. Гордеины ячменя с помощью электрофореза можно разделить на пять компонентов, из которых δ - и Σ -гордеин наиболее неблагоприятно воздействуют на коллоидную стойкость пива. Ячменный проламин содержит в органической части своей молекулы изменяемое количество полифенолов типа антоцианогенов. Гордеин в основном остается в пивной дробине.

Глютелины (глутенины) растворяются в разбавленных растворах гидроокислов. Из гордеина и глютелина может образоваться ячменная клейковина — белок, который способен связать большое количество воды, часть крахмала, целлюлозы, жира и минеральных веществ.

Сложные белки (протеиды) в зависимости от небелкового компонента представлены глюкопротеидами (белками, соединенными с углеводами); липопротеидами (белками, соединенными с липидами); фосфопротеидами, казеинами (белками с большим содержанием фосфора); нуклеопротеидами (белками, соединенными с нуклеиновыми кислотами); хромопротеидами (белками, соединенными с хлорофиллом, антоцианами и другими красящими веществами зерновых).

Важнейшие аминокислоты, содержащиеся в ячмене, можно разделить на три основные группы, включающие разные по строению кислоты:

ациклические (алифатические) аминокислоты — моноаминонокарбоновые кислоты (глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин); моноаминодикарбоновые кислоты (аспарагиновая и глутами-

новая, а также неполные амиды этих кислот — аспарагин и глутамин только в солоде); диаминомонокрбонные кислоты (лизин, аргинин); аминокислоты, содержащие кислород, — оксиаминокислоты (серин, треонин); аминокислоты, содержащие серу (цистеин, цистин, метионин только в солоде);

ароматические аминокислоты — фенилаланин, тирозин;

гетероциклические аминокислоты — триптофан, гистидин (только в солоде), пролин, оксипролин, пипеколиновая кислота (только в солоде).

Жир (липиды) и жироподобные вещества в ячмене находятся в основном в алейроновом слое и на $\frac{1}{3}$ — в зародыше. Частично они расходуются при проращивании ячменя, а большая часть их остается в пивной дробине, однако часть жиров переходит в сусле и далее отрицательно воздействует на вкус и пеностойкость пива.

Жиры представлены в зерне в первую очередь глицеридами (сложные эфиры глицерина и различных карбоновых кислот) и жироподобными веществами (липоиды) — фосфатидами (фосфолипидами), фитостеринами, фосфоинозотидами и т. п. Из карбоновых кислот, содержащихся в жирах, наиболее распространены линолевая, олеиновая и пальмитиновая кислоты. Группу жироподобных веществ составляют фосфатида (лецитин, кефалин), а также фитостерины и эфиры фосфолипидов, связанные с сахарами и крахмалом (фосфоинозитиды). К фосфоинозитидам относится смесь кальциевых и магниевых солей фитиновой кислоты, которая является гексафосфорным сложным эфиром инозита. Фитин (липоинозит гексафосфат) содержится преимущественно в оболочке и в меньшем количестве — в эндосперме. Инозит и фитин являются витаминами.

При гидролизе во время проращивания фитин является источником основной части кислых фосфатов и тем самым большей частью буферных веществ, с помощью которых в процессе развития зародыша и позже в сусле и пиве постоянно поддерживается требуемая кислотность. К липидам относятся горькие смолы, находящиеся главным образом в мякинной оболочке. Для них характерны очень терпкий вкус и антисептические свойства. Горькие вещества легче растворяются в горячей воде со щелочной реакцией, чем дубильные. Более жесткая вода выщелачивает больше этих веществ, чем мягкая.

Полифенольные вещества представляют собой полигидрокси фенолы с различной молекулярной массой. К полифенолам относятся фенольные кислоты и антоцианогены, которые оказывают отрицательное влияние на цвет, полноту вкуса и коллоидную стоимость пива. Мономерные соединения (цианидин и дельфинидин) полифенольных веществ не оказывают заметного действия, а полимеры, и особенно димеры, являются причиной появления мути в пиве. Большая часть полифенольных веществ — это димеры антоцианогены.

Из всех зерновых злаков только в ячмене содержатся антоцианогены, которые располагаются преимущественно в алейроновом слое. Гордеиновая фракция белка содержит в своей молекуле антоцианогены. Наиболее богата ими гордеиновая фракция $\delta + \Sigma$.

Необходимо указать, что для пивоваров важно не только количество полифенольных веществ в зерне, но и их качественный состав. Так, растворимые низкомолекулярные полифенольные вещества не ухудшают стойкость пива.

Витамины в зерне ячменя находятся в алейроновом слое и тканях зародыша. Они необходимы для нормального роста и развития зародыша и жизнедеятельности дрожжей, являются составной частью некоторых ферментов.

Из жирорастворимых витаминов в зерне ячменя содержатся витамин Е (токоферол), а из водорастворимых — витамины В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₃ (пантотеновая кислота), В₆ (пиридоксин), С (аскорбиновая кислота), Н (биотин), никотиновая кислота (витамин РР), фталевая кислота.

Ячень может содержать водорастворимые витамины в следующих количествах (в мг/100 г): В₁ — 0,12...0,74, В₂ — 0,1...0,37, В₆ — 0,3...0,4, Н — 0,006...0,012, никотиновую кислоту — 8...15.

Минеральные вещества (зольные элементы) содержатся в ячмене в пределах 2500...3500 мг на 100 г сухого вещества. Их количество и состав зависят от почвенных и климатических условий, а также от применяемых удобрений.

Микроэлементы (Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Sn, Pb, Ni, Li, Al, Co, Ag), оказывающие влияние на биологические и технологические процессы, содержатся в количестве 11 мг на 100 г сухого вещества.

Минеральные вещества имеют значение для развития зародыша, процесса брожения и создания буферности суслу и пива.

Ферменты в зерне ячменя представлены следующими группами: карбогидролазы, ускоряющие реакции гидролиза углеводов — ди-, три- и полисахаридов; пептидгидролазы, расщепляющие белки и полипептиды; фосфатазы, катализирующие гидролитическое расщепление определенных фосфорных эфиров; липазы, катализирующие гидролиз жиров с образованием глицерина и жирных кислот, и др.

К карбогидролазам ячменя относятся амилазы, α -глюкозидаза, β -фруктофуранозидаза, олигодекстрин- β -глюканогидролаза, эндо- β -глюканаза, экзо- β -глюканаза, целлобиаза, ламинарибиаза, эндоксилаза, экзоксилаза, арабинозидаза и ксилобиаза.

Фермент амилаза состоит из α -амилазы и β -амилазы. В зерне ячменя α -амилаза не присутствует, так как образуется только при проращивании зерна. Молекулярная масса α -амилазы 45 000...60 000, а оптимальные условия для ее действия в пивном заторе наблюдаются при pH 5,6...5,8 и температуре 70...75 °C.

В зерне ячменя β -амилаза находится в свободном и связанном

состоянии. Соотношение свободной и связанной β -амилазы зависит от сорта ячменя и содержания белка. Молекулярная масса β -амилазы 54 000, а оптимум действия фермента в заторе наблюдается при pH 5,4...5,6 и температуре 60...65 °С. β -Амилаза более устойчива к повышению кислотности среды, но менее термолабильна, чем α -амилаза. При действии α - и β -амилазы на крахмал образуются мальтоза и декстрины. Кроме того, в зерне присутствует в связанном состоянии α -глюкозидаза (мальтаза), катализирующая гидролиз мальтозы. Действие мальтазы оптимально при pH 6 и температуре 35...40 °С.

Ферментативный гидролиз сахароподобных полисахаридов — предельных декстринов происходит под действием олигодекстрин- β -глюканогидролазы (декстриназы) с образованием глюкозы, мальтозы, мальтотриозы и прямолинейных сахароподобных полисахаридов. Оптимум действия предельной декстриназы в заторе при температуре 55...60 °С и pH 5,1.

В ячменном зерне в малом количестве содержится фермент сахараза, катализирующий расщепление сахарозы с образованием глюкозы и фруктозы. Оптимум действия сахаразы при температуре около 50 °С и pH 5,5.

К ферментам ячменя, катализирующим реакции расщепления β -глюкана, относятся эндо- β -глюканаза и экзо- β -глюканаза. Эндо- β -глюканаза в результате воздействия на β -глюкан переводит его из нерастворимого состояния в водорастворимое, а экзо- β -глюканаза гидролизует β -глюкан, отщепляя целлобиозу и ламинарибиозу. Оптимум действия эндо- β -глюканазы наблюдается при температуре 40...45 °С и pH 4,5...4,8, а экзо- β -глюканазы — при температуре ниже 40 °С и pH 4,5.

Кроме того, в зерне содержатся целлобиаза и ламинарибиаза, расщепляющие дисахариды (целлобиозу и ламинарибиозу) до глюкозы. Оптимум действия целлобиазы наблюдается при pH 4,5...5,0, а ламинарибиазы — при pH 4,0...5,0.

В зерне ячменя также имеются ферменты, гидролизующие пентозаны: эндоксилаза, экзоксилаза, арабинозидаза и ксилобиаза. В результате действия эндоксилазы на пентозаны разрушаются ксилановые и арабинозные боковые цепочки и образуются ксиланодекстрины, ксилобиоза и ксилоза. Экзоксилаза действует на ксилановые цепочки и ксилобиозу, а ксилобиаза разрушает связи у ксилобиозы. Арабинозидаза действует на боковые цепочки арабиноксилана и образует арабинозу.

Пептидгидролазы подразделяются на эндопептидазы и экзопептидазы. Эндопептидазы гидролизуют высокомолекулярные белки до полипептидов и пептидов. Экзопептидазы (карбокси-, амино- и дипептидазы) расщепляют полипептиды и пептиды до аминокислот.

Оптимальные условия для действия эндопептидаз в пивном заторе наблюдаются при pH 5,0...5,2 и температуре 50...60 °С.

Оптимум действия карбоксипептидазы при температуре 50...60 °С и рН 5,2, аминопептидазы при 40...45 °С и рН 7,2, дипептидазы при 40...50 °С и рН 7,8...8,2.

В зерне ячменя также содержатся липазы, катализирующие расщепление жиров, и фосфатазы, расщепляющие фосфорноокислые эфиры. Оптимальными для проявления максимальной активности липазы является температура при затираании 35...40 °С, а для фосфатаз — 52...53 °С и рН 4,5...5,0.

Таким образом, ячмень содержит большинство ферментов, активно действующих в производственных условиях, что предопределяет нормальное протекание технологических процессов при выработке солода и пива.

Требования к качеству ячменя. Основные требования, предъявляемые к качеству ячменя, приведены ниже.

Требования к качеству пивоваренного ячменя

Внешние и технологические показатели качества	Характеристика
Цвет оболочки	Для I класса — светло-желтый или желтый, для II класса — светло-желтый, желтый или серовато-желтый
Запах	Свойственный нормальному зерну ячменя (без затхлого, солодового, плесневого и других посторонних запахов)
Состояние	Здоровый, негнущийся
Содержание примесей	В чистом ячмене I класса допускается не более 1 % сорных, в том числе 0,2 % вредной, и до 2 % зерновых примесей, для II класса — до 2 % сорных, в том числе 0,2 % вредной, и до 5 % зерновых
Крушость	Характеризуется однородностью по крупности зерна, является предпосылкой для равномерного поглощения воды при замачивании и протекании процесса проращивания зерна. Крушость должна быть не менее 85 % для I класса и 60 % для II класса (сход на сите с продолговатыми отверстиями 2,5 × 20 мм)
Содержание мелкого зерна	Должно быть не более 5 % для I класса и не более 7 % для II класса (сход на сите с продолговатыми отверстиями 2,2 × 20 мм)
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше I степени
Влажность	Для ячменя I класса не более 15,0, для II класса — 15,5 %
Белок	Должно быть для I и II классов не более 12 %. Большое количество белка в ячмене затрудняет его переработку в солодовенном и пивоваренном производствах. Высокому содержанию белка всегда сопутствует низкая экстрактивность солода. Считают, что уменьшение содержания белка на 1 % позволяет увеличить выход экстракта на 0,75 %. В зависимости от сорта ячменя, удобрений, погодных условий наблюдаются отклонения от этого правила.
	Кроме того, богатый белком ячмень плохо поддается проращиванию из-за неравномерного протекания цитолитических изменений, а приготовленный солод содержит хорошо растворимый белок, положительно влияющий на

Внешние и технологические показатели качества	Характеристика
Способность к прорастанию	<p>пеностойкость, но усиливающий склонность пива к помутнению.</p> <p>При выработке темных сортов пива предпочитают применять ячмени с высоким содержанием белка (11...12 %), поскольку последний способствует накоплению красящих и ароматических веществ</p> <p>Указывает на количество проросших зерен на пятые сутки, т. е. на процентную долю всех жизнеспособных зерен. Для I класса пивоваренного ячменя способность к прорастанию должна быть не менее 95 %, а для II класса — не менее 90 % (для зерна, поставляемого не ранее чем за 45 дней после уборки)</p>
Жизнеспособность	<p>Для I и II классов пивоваренного ячменя жизнеспособность должна быть не менее 95 % (для зерна, поставляемого ранее чем за 45 дней после уборки)</p>

2.1.2. КУКУРУЗА, РИС, СОЯ, ПШЕНИЦА

Для приготовления пива применяют также некоторые несоложенные материалы: молотый ячмень, кукурузную и рисовую крупу, соевую обезжиренную дезодорированную муку, а также молотую пшеницу. Количество используемых несоложенных материалов без ферментных препаратов ограничено стандартом.

Среди ботанических групп кукурузы наиболее распространены следующие: зубовидная, полузубовидная и кремнистая. В пивоварении рекомендуют отдавать предпочтение зубовидной кукурузе. Средний химический состав зерна кукурузы (в % на сухое вещество): углеводы 68; белок 8,8; клетчатка 2,4; жир 4,0; зола 1,2.

Культурный рис в зависимости от строения и размера колоска делится на два подвида: короткозерный с зерновкой длиной 4 мм, обыкновенный — длиной более 4 мм. Средний химический состав зерен риса (в % на сухое вещество): углеводы 64; белок 7,4; клетчатка 9,0; жир 2,0; зола 3,1.

Сою подразделяют на культурную и дикорастущую. В пивоварении используют культурную сою. Средний химический состав (в % на сухое вещество): углеводы 12; белок 34; клетчатка 4,3; жир 18,4; зола 5,0.

Применение кукурузной и рисовой крупы обусловлено отсутствием в данном продукте β -глобулина, способствующего образованию помутнений в пиве.

Кроме того, в кукурузной муке меньше, чем в ячмене, водорастворимого β -глюкана и пентозанов, отрицательно влияющих на качество пива.

В кукурузной крупе липидов должно быть не более 2%, так как при большом количестве их понижается пеностойкость пива.

Соевая обезжиренная мука, характеризующаяся высоким содержанием белка, способствует усилению брожения и хорошей пенообразующей способности пива.

Пшеницу, поскольку в ней присутствует крахмал, используют для приготовления солода, а также в качестве несоложенного материала. Зерно пшеницы состоит из плодовой и семенной оболочек, эндосперма и зародыша. Пшеница не имеет мякинной оболочки, как ячмень, она — голая.

Средний химический состав зерна пшеницы (в % на сухое вещество): крахмал 57...75; белок 9...16; жир 1,5...2,0; целлюлоза 2...3. В зародыше зерна содержится сахара (2,5...3,0%), а также глюкоза, мальтоза и раффиноза (0,1...12%). Абсолютная масса зерен пшеницы 33...48 г.

При затирании пшеничной муки образуется клейковина, представляющая собой смесь следующих протеинов: альбуминов, глютеинов, проламинов. Клейковина плохо гидролизуется ферментами, что затрудняет фильтрацию затора.

Требования, предъявляемые к кукурузе, рису, обезжиренной соевой муке и пшенице, следующие:

кукуруза (крупа) — влажность не более 14...15%; массовая доля жира не более 2% в пересчете на сухое вещество; примеси — сорная не более 0,3%, минеральная не более 0,05%, металлическая не более 3,0 мг/кг;

рис (крупа) — влажность не более 15,5%; доброкачественное ядро не менее 98,2...99,7%; нешелушенные зерна не более 0,2...0,3%; примеси — сорная не более 0,2...0,8%, минеральная не более 0,05...0,1%, органическая не более 0,05%, металломагнитная не более 3,0 мг/кг;

соя (мука обезжиренная) — влажность не более 10%; массовая доля сырого жира не более 2% в пересчете на сухое вещество; массовая доля сырой клетчатки не более 4,5...5,0% в пересчете на сухое вещество; металлопримеси не более 3,0 мг/кг;

пшеница должна иметь бело-желтую окраску и свежий незатхлый запах, состоять из однородных полных зерен; содержание примеси в зерне — сорной 1%; зерновой 2...3%; влажность 14...17%; натура 755 г/л. При раскусывании зерно должно быть не стекловидной, а мучнистой консистенции; способность к прорастанию не должна быть меньше 95%.

2.1.3. ХМЕЛЬ И ХМЕЛЕВЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Хмель — двудомное растение, т. е. каждое растение несет либо мужские, либо только женские соцветия. В пивоварении применяют женские соцветия (шишки), поэтому мужские растения — метелки — на хмельниках и вокруг них уничтожают, чтобы препятствовать оплодотворению, которое обуславливает уменьшение содержания горьких веществ в женских соцветиях.

Состав и свойства хмеля. Шишки хмеля состоят из лепестков. Внутри шишки имеется покрытый волосками изогнутый стерженек. Лепестки, т. е. прилистники и кроющие листки, выгнуты наружу. На внутренней стороне лепестков находятся многочисленные блестящие, клейкие, желто-зеленые зернышки лупулина (диаметр 0,15...0,25 мм). Лупулин содержит ароматические и горькие вещества, благодаря которым хмель используют в пивоварении.

В странах СНГ хмель возделывают преимущественно в России и Украине. Наибольшее распространение имеют следующие сорта: Клон 18, Житомирский 5 и Житомирский 8, Полесский, Сильный, Урожайный, Московский ранний, Калистовский, Брянский, Серебрянка и др.

В государствах дальнего зарубежья с развитым хмелеводством (Германия, США, Чехия, Словакия, Англия) выращивают сорта, имеющие высокие показатели по содержанию α -кислот и урожайности. Так, в Германии распространены сорта Галлертау Арома, Норзерн Брюер, Шпальтский, Брюерс-Гольд, Герсбрук, Тетнанг, в США — Фагглз, Кластер, Вашингтон, Орегон Буллион, Якима и др., в Чехии и Словакии — сорта Жатецкий, Уштецкий, Роудницкий, Тршицкий и Дубский, в Англии — сорта Норзерн Брюер, Орегон Буллион, Уай Таргет, Уай Челенджер, Уай Норсдаун и др.

Средний химический состав хмеля колеблется в следующих пределах (в % на воздушно-сухой хмель): вода 9...14; горькие вещества 12...22; эфирные масла 0,4...2,0; полифенольные вещества 2...8; целлюлоза 10...17; углеводы (сахароза, глюкоза, фруктоза, раффиноза) 2...4; азотистые вещества 13...24; пектиновые вещества 5...15; минеральные вещества 7...10.

Для пивоварения наибольшее значение имеют горькие и полифенольные вещества, а также эфирные масла. Они придают пиву характерный горьковатый привкус, специфический аромат, а также благоприятствуют его пеностойкости.

Горькие вещества, называемые общими смолами, представлены в хмеле мягкими и твердыми смолами. Мягкие смолы — это α -кислота (гумулон), β -кислота (лупулон), мягкие α - и β -смолы, γ -кислота (гумулион), σ -кислота (гулупон), а также β -фракция (сумма β -кислот и мягких смол).

Твердые смолы разделяют на γ - и σ -смолы.

Горькие кислоты состоят из смеси гомологов, отличающихся друг от друга структурой, т. е. боковой цепью у углеродного атома.

Для пивоварения наибольшую ценность представляют α -кислоты, поскольку первоочередно обеспечивают горечь в пиве. Доля α -кислот наибольшая среди составных частей горьких веществ, содержание их в отечественных сортах хмеля 2,5...5,5%, в зарубежных — 3,5...9,5% в пересчете на сухое вещество.

В процессе хранения хмеля гумулон частично окисляется, полимеризуется с образованием мягкой α -смолы, а при более глубоком

окислении — твердой смолы. Растворимость гумулона улучшается в щелочной среде сусла, и при этом образуется молекулярный раствор, а при pH 5,2 — коллоидный раствор, который способствует получению пива с тонкой горечью.

В состав β -кислот входит наибольшее количество лупулона, не подверженного преобразованию при кипячении сусла с хмелем и поэтому остающегося в хмелевой дробине. При сушке и хранении хмеля лупулон окисляется, превращаясь в β -мягкие смолы, растворимые в сусле и пиве.

Содержание горьких веществ в хмеле следующее (в %): α -кислота 100; α -мягкие смолы 36; β -кислота 0; β -мягкие смолы 26; γ -твердые смолы 12.

Твердые смолы образуются при продолжительном окислении α - и β -кислот и характеризуются незначительной горечью. Только σ -твердая смола имеет грубую горечь и хорошо растворима в сусле и пиве.

Хмелевое эфирное масло содержится главным образом в лупулине. Оно растворяется в спирте, немного хуже в эфире и в незначительном количестве в воде.

Эфирные масла обуславливают характерный аромат хмеля, они представляют собой смесь углеводов терпенового ряда (65...75%) и кислородсодержащих соединений (15...40%).

Важнейшие терпеновые углеводороды — монотерпены ($C_{10}H_{16}$) и сесквитерпены ($C_{15}H_{24}$). К монотерпенам относится мирцен, а к сесквитерпенам — гумулен, β -кариофиллены, различные постгумулены и фарнезен.

Мирцен придает свежему хмелю свойственный ему аромат, а пиву — жесткий вкус и резкий запах, однако мирцен легко окисляется, полимеризуется и превращается в вещество с неприятным запахом старого хмеля.

Гумулен, β -кариофиллен, фарнезен, постгумулены способствуют формированию традиционного запаха хмеля и получению пива с благородным ароматом.

Распространено мнение, что для получения пива с приятной горечью и ароматом в хмелевом масле должно быть больше сесквитерпенов и меньше мирцена.

В состав кислородсодержащих фракций хмеля входят в небольших количествах сложные эфиры карбоновых кислот, альдегиды, кетоны, спирты, кислоты, также влияющие на аромат хмеля.

Горькие кислоты и хмелевые масла обладают антисептическим действием, однако они не угнетают, а лишь замедляют рост бактерий, подавляя развитие грамположительных и грамотрицательных бактерий, но при этом не оказывая воздействия на дрожжи.

Полифенольные вещества находятся прежде всего в зернышках лупулина, кроющих листках и стерженьке и состоят в основном (80%) из гетероциклических полифенолов — антоцианогенов и катехинов.

В процессе хранения хмеля под воздействием температуры полифенольные вещества окисляются. При этом они постепенно превращаются в флобафены, обладающие горечью и имеющие красно-вато-коричневый цвет, в результате чего появляется неприятная горечь и сусло темнеет. После 15-месячного хранения хмеля при 37 °С изменяется около 80% полифенольных веществ, а при 0 °С — только 15% их.

Полифенольные вещества, обладая высокой степенью дисперсности, благоприятно влияют на формирование вкуса пива, а также способствуют повышению содержания в нем горьких веществ, предохраняя их от образования комплексов с белками. В случае появления нерастворимого осадка, состоящего из полифенолов и высокомолекулярных белков, и растворения его при нагревании возможно возникновение коллоидной мути в пиве.

Из углеводов в хмеле кроме целлюлозы (клетчатка) содержатся в небольшом количестве сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, раффиноза), а также лигнин и пектиновые вещества (12...14%). Больше половины их переходит в раствор, где они играют роль защитного коллоида, а в дальнейшем частично удаляются с взвесями охлажденного сусла, с пеной и дрожжами при главном брожении.

Азотистые вещества хмеля представлены альбумозами, пептонами, полипептидами и аминокислотами, часть которых ($1/3...1/2$) растворима в горячей воде. Из низкомолекулярных азотистых соединений присутствуют аспарагин, гистидин, аргинин, бетаин, аденин и гипоксантин, которые ассимилируются дрожжами.

В хмеле содержатся следующие кислоты: карбоновые — яблочная, лимонная, щавелевая, янтарная; неорганические — серная, фосфорная, кремниевая, борная; жирные — пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая и масляная.

Жиры хмеля представлены воском, называемым мирицином, и подобными ему высокомолекулярными соединениями, например цетилалкоголем ($C_{27}H_{56}O$), гентриаконтаном ($C_{31}H_{64}$), фитостеролом ($C_{27}H_{46}O$). Хмелевой воск способствует предохранению хмеля от смачивания водой и высыхания.

Основная часть минеральных веществ хмеля состоит из калия, фосфора, кальция, кремния, магния; остальные элементы присутствуют в меньших количествах.

Хранение хмеля. Влажность свежесобранного хмеля 70...82%, вследствие чего исключается возможность его длительного хранения. Поэтому на фабриках сразу после уборки рекомендуют высушивать хмель в три стадии: на первой — при температуре агента сушки 25...30 °С и его скорости 2,5...5,0 м/с; на второй — при 30...50 °С и скорости 0,5...0,6 м/с; на третьей — при 65...70 °С и скорости 0,2 м/с.

Для повышения прочности шишек свежесушеный хмель влажностью 7...9% выдерживают в течение 2...3 недель в естествен-

ных условиях. Однако в этом случае увлажнение хмеля зависит от погоды. Поэтому рекомендуют свежевысушенный хмель размещать слоем высотой не более 10 см и пропускать через него воздух относительной влажностью 64...68%, пока влажность хмеля не достигнет 10...13%.

Далее хмель обрабатывают диоксидом серы, чтобы сохранить присущий ему цвет и подавить развитие микроорганизмов. Затем хмель спрессовывают и упаковывают в тканевые мешки, полиэтиленовую пленку или затаривают его в виде баллонов (хмель спрессован в форме цилиндров, а затем обшит тканью). В отдельных случаях баллоны упаковывают в стальные оцинкованные цилиндры. В упакованном виде хмель поступает на завод.

При хранении хмеля на пивоваренном заводе стремятся уменьшить вредное воздействие химических и биологических факторов. В период хранения действуют следующие правила: влажность хмеля не должна быть выше 14%; хранить его следует в сухом темном помещении при 0...2 °С. Поступление свежего воздуха в складское помещение должно быть минимальным, чтобы предотвратить развитие микроорганизмов.

На заводах хмель хранят в сухом темном помещении с искусственным охлаждением на решетчатых стеллажах, расположенных на высоте не менее 20 см от пола. Мешки с хмелем и баллоны устанавливают на стеллажах вертикально, чтобы они не прилегали плотно один к другому. Хмель, упакованный в металлические герметически закрытые цилиндры, можно хранить вне хмелехранилища, но в охлаждаемом помещении.

Срок хранения хмеля, упакованного в металлические цилиндры, три года, хмеля в баллонах — два года, в мешках — один год.

Требования к качеству хмеля. К спрессованному сульфитированному хмелю, поступающему на завод, предъявляются требования в соответствии с действующим ГОСТом.

Запах должен быть хмелевой. Не разрешается использовать хмель с прелым, затхлым, дымным, сырным, валериановым и другими посторонними запахами, а также хмель, пораженный плесенью, вредителями и болезнями, с содержанием посторонних (нехмелевых) примесей. Другие показатели качества представлены в табл. 2.2.

Хмелевые препараты. Для сохранения ценных компонентов хмеля и более эффективного применения его в пивоварении стали вырабатывать хмелевые порошки и экстракты. По сравнению с хмелем в шишках эти продукты имеют следующие преимущества: повышается использование горьких веществ на этапах технологии пива, сохраняется неизменным состав горьких веществ при хранении; уменьшаются расходы на транспортирование и т. д. Поэтому в мировой практике применяют 30% гранулированного хмеля, 30% экстрактов хмеля и только 40% шишкового хмеля.

2.2. Требования к прессованному хмелю

Показатель	Норма	
	базисная	ограничительная
Цвет	От светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого, шишки могут быть с покрасневшими кончиками лепестков	Зеленый, желтовато-зеленый, зеленовато-желтый, желтый с коричневыми пятнами, бурый
Содержание α -кислоты в пересчете на абсолютно сухое вещество, %	3,5	Не менее 2,5
Количество примесей, %, не более:		
для машинного сбора	—	10
для ручного сбора	—	5
Содержание золы в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	—	14
Влажность, %	13	Не более 13 и не менее 11
Содержание семян, %, не более	—	4
Общее количество сернистого ангидрида в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	—	0,5

В нашей стране разработана технология получения молотого брикетированного и гранулированного хмеля, а также изомеризованных и неизомеризованных экстрактов хмеля.

Молотый брикетированный и гранулированный хмель готовят путем сушки и измельчения сырья, прессования и брикетирования или прессования и гранулирования с последующей упаковкой в полимерную пленку под вакуумом.

Масса хмелевых брикетов 280...300 г, влажность 6...7%, длина гранул 15...17 мм, диаметр их 10 мм. Молотый брикетированный и гранулированный хмель I и II сортов содержит соответственно 3,5 и 3,0% α -кислот к массе сухих веществ.

Хмелевой неизомеризованный экстракт получают периодическими способами (прессовым или диффузионным) посредством одноступенчатой экстракции хмеля этиловым спиртом. Хмелевой экстракт вырабатывают трех сортов: I и II сортов (из соответствующих сортов хмеля); III сорта из смеси II и III сортов хмеля в соотношении 1:1.

Экстракты содержат соответственно 30, 28 и 27% сухих веществ и 25, 23 и 21,5% общих горьких веществ. Содержание α -кислот составляет 20...25% от общего количества горьких веществ. Периодические способы получения хмелевых экстрактов имеют следующие основные недостатки: низкие производительность и степень механизации погрузочно-разгрузочных работ, длительность процесса экстракции.

При хранении хмелевых экстрактов в чистых складских помещениях стойкость их не уменьшается в течение четырех лет.

Разработан также способ получения водно-изомеризованного неочищенного экстракта, который содержит не только продукты изомеризации α -кислот, но и β -кислоты, мягкие и твердые смолы. Свежеприготовленный водно-изомеризованный экстракт вносят в сусло в процессе его охмеления из расчета содержания в нем 700 мг/л горьких веществ.

Способ приготовления очищенного изомеризованного экстракта заключается в экстракции хмеля петролейным эфиром с целью получения раствора мягких смол и изо- α -кислоты. Очищенный изомеризованный экстракт хмеля применяют при охмелении или доохмелении пива. Выход горьких веществ (от осажденных из исходного экстракта α -кислот) составляет 95%, а степень их использования в пивоварении — 83%.

Основной недостаток использования изомеризованного экстракта — появление в пиве слегка мыльного привкуса.

При производстве CO_2 -экстракта измельченный хмель обрабатывают жидким диоксидом углерода при температуре 20...25 °С и давлении 4,5...4,9 МПа в течение 1...1,5 ч. Экстракт концентрируют путем удаления диоксида углерода при 28...35 °С.

CO_2 -экстракт хмеля представляет собой безводную, вязкую, маэобразную массу от желтого до светло-коричневого цвета, с хмелевым запахом и горьким вкусом, содержанием α -кислот не менее 28% и массовой долей сухих веществ не менее 80%.

Способ получения комбинированного хмелевого препарата предусматривает введение в экстракт хмеля 10...20% молотого хмеля. Измельченный хмель и подогретый экстракт дозатором равномерно подают в пресс-гранулятор, а далее направляются в охлаждающую колонку. Комбинированный хмелевый препарат рекомендуется применять на стадии охмеления сусла. В зависимости от соотношения исходного сырья и его качества общее содержание горьких веществ в препарате колеблется в широких пределах.

2.1.4. САХАРИСТЫЕ ПРОДУКТЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИВА

В технологии пивоварения разрешается использовать сахар-сырец и сахар-песок в целях снижения расхода солода.

Сахар-сырец рекомендуют применять в процессе приготовления пивного сусла с массовой долей сухих веществ 10...11%. При этом его добавляют в количестве до 5% от массы затираемых зернопродуктов. Сахар-сырец должен состоять из кристаллов сахарозы, имеющих цвет от светло-желтого до темно-коричневого.

Средний химический состав кубинского тростникового сахара-сырца (в % к его массе) следующий: сахароза 96,5...98,0; вода

0,4...0,8; сахара 1,5...2,0, в том числе редуцирующие вещества 0,6...0,9 и прочие органические вещества 0,7...1,0; зола углекислая 0,4...0,5. Цветность 40...50 усл. ед.

Складские помещения для хранения сахара-сырца должны быть сухими, относительная влажность воздуха 60...70%, температура не ниже 5 °С.

Сахар-песок применяют только при изготовлении некоторых сортов пива, его показатели будут приведены ниже (см. раздел 2.3.1).

В качестве полуфабрикатов для получения пива используют молочную кислоту, гипс и хлорид кальция. Для достижения оптимального значения рН для протекания ферментативных процессов при затирании производят подкисление затора молочной кислотой, сульфатом кальция (гипсом) и хлоридом кальция.

Для подкисления затора используют 40%-ную молочную кислоту, показатели которой приведены ниже (см. раздел 2.3.4).

Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) представляет собой кристаллический порошок белого или в зависимости от примесей серого или коричневого цвета. Он плохо растворяется в воде и имеет незначительную твердость. В случае присутствия в растворе некоторых солей растворимость гипса увеличивается.

Хлорид кальция ($\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) представляет собой бесцветный кристаллический порошок без запаха. Легко растворяется в воде.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие сорта ячменя используют для приготовления солода? 2. Каково анатомическое строение ячменного зерна? 3. Какие требования предъявляют к качеству ячменя? 4. Каковы особенности химического состава риса, кукурузы, сои, пшеницы? 5. С какой целью в пивоварении применяют хмель? 6. Каковы особенности химического состава хмеля? 7. Какие виды хмелевых препаратов вы знаете? Какой химический состав хмелевых экстрактов и молотого брикетированного хмеля? 8. Какое сахаросодержащее сырье применяют в пивоварении?

2.2. СЫРЬЕ И ПОЛУФАБРИКАТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КВАСА

2.2.1. РОЖЬ

В производстве кваса в качестве главного сырья используют рожь. Основную массу ржи подвергают солодоращению и только небольшую часть применяют в виде муки.

Питательная ценность кваса определяется главным образом содержанием крахмала во ржи, а биологическая ценность — содержанием витаминов и ферментов. Вкусовые качества кваса в значительной мере обусловлены и другими составными частями ржи — белками, декстринами, сахарами и др.

Рожь относится к семейству злаковых. Различают рожь озимую и яровую. Это голозерная культура.

Зерно ржи состоит из зародыша, эндосперма, плодовой и семенной оболочек. Зародыш — важная часть зерна, которая обеспечивает его жизнеспособность. Масса зародыша 3,5...4,0% массы сухих веществ. В клетках зародыша много сахаров, жира, азотистых веществ. Зародыш покоящегося зерна содержит также некоторое количество ферментов, достаточное для трансформации запасных веществ в питательные продукты, необходимые на начальных этапах развития, наступающего после увлажнения зерна.

Эндосперм состоит главным образом из крахмала и небольшого количества белков и жиров. Масса эндосперма 79,3...89,6% массы сухих веществ.

Плодовые и семенные оболочки защищают внутренние части зерна от повреждения и воздействия внешних условий. Масса оболочек 6,9...13% массы сухих веществ.

Химический состав зерен ржи зависит от сорта, почвенно-климатических условий, агротехники и других факторов. Химический состав зерна ржи (в % на сухое вещество): крахмал 53...63; сахара 4,0...6,6; целлюлоза 1,6...3,3; гумми-вещества 2,5...5,5; левулезаны около 3; белок 7,2...19,1; жир 1,5...2,0; минеральные вещества 1,5...2,5. В крахмале ржи примерно 23% амилозы и 77% амилопектина. Гумми-вещества представлены в основном пентозанами (90%), а левулезаны — полифруктозидами, состоящими из остатков фруктозы (левулезы). Сахара — это в основном сахароза и раффиноза.

Белковые вещества ржи состоят главным образом из альбуминов, глобулинов, глиадинов (проламинов) и глютелинов.

В состав жиров в основном входят следующие ненасыщенные жирные кислоты: линолевая, олеиновая, линоленовая, пальмитиновая, миристиновая и стеариновая.

В зерне ржи содержатся в наибольшем количестве следующие витамины: В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), никотиновая кислота, пантотеновая кислота и др.

Кроме того, в зерне находятся ферменты, имеющие значение для солодоращения: карбогидролазы, липаза, эндо- и экзопептидазы, каталаза, пероксидаза и др. Для солодоращения применяют рожь с содержанием белка 12% и более, благодаря чему можно получить солод с оптимальным количеством ароматических и красящих веществ. Экстрактивность ржи может быть 65...70%.

Для переработки на солод зерно должно удовлетворять следующим требованиям, приведенным ниже.

2.2.2. ЯЧМЕННЫЙ СОЛОД

Ячменный солод применяют для осахаривания несоложенного сырья, в основном ржаной или кукурузной муки, идущей на приготовление концентрата квасного сусла и концентрата кваса. Ячмен-

Требования к качеству ржи для производства кваса

Показатели	Характеристика
Цвет и запах	Свойственные нормальному зерну ржи
Состояние	Негреющаяся, в здоровом состоянии
Влажность, %, не более	15,5
Натура, г/дм ³ , не менее	685
Содержание примесей, %, не более:	
сорной	2
вредной	0,2
Способность к прорастанию на пятый день, %, не менее	92
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клетком не выше I степени

ный солод получают из очищенного и отсортированного пивоваренного ячменя путем замачивания его в воде, проращивания, последующей сушки свежепросоженного солода и удаления ростков. При производстве кваса используют ячменный солод в виде зерна или измельченный на муку.

Требования, предъявляемые к ячменному солоду, приведены в разделе 3.2.

2.2.3. РЖАНАЯ ХЛЕБОПЕКАРНАЯ МУКА

Для производства концентрата квасного сусла применяют ржаную хлебопекарную муку 95%-ного обойного помола. Мука должна быть доброкачественной, серовато-белого цвета, с заметными частицами оболочек зерна, без горького или кисловатого привкуса и затхлого или плесенного запаха, влажностью не более 15,0%, зольностью не более 2%, но не менее чем на 0,07% ниже зольности чистого зерна до очистки. В муке не должно быть амбарных вредителей, а также их следов. Муку упаковывают в новые или бывшие в употреблении мешки, чистые, сухие, непрелые, не зараженные вредителями и без постороннего запаха. Хранят муку на стеллажах в сухих, чистых, хорошо проветриваемых складах.

2.2.4. КУКУРУЗНАЯ МУКА

Кукурузную муку крупного помола — продукт переработки предварительно очищенной кукурузы — используют для приготовления концентрата квасного сусла.

Цвет кукурузной муки белый или желтый, вкус — свойственный нормальной кукурузной муке, без горького или кислого привкуса. Мука не должна иметь запаха плесени или каких-либо других посторонних запахов. При разжевывании муки не должен ощущаться хруст. Влажность муки не более 15,0%, для крупного и тонкого помола зольность соответственно 1,3 и 0,9%, содержание жира не более 3,0 и 2,5%.

Крупность помола должна обеспечивать остаток на сите из проволочной сетки № 056 не более 2%. Содержание металломагнитной примеси в 1 кг муки должно быть не более 3 мг. Мука не должна быть заражена вредителями, а также не должна иметь следов заражения ими.

Кукурузную муку упаковывают в мешки, чистые, сухие, крепкие, не зараженные вредителями и без постороннего запаха.

Хранить кукурузную муку надо в сухих, чистых, хорошо проветриваемых помещениях.

2.2.5. КВАСНЫЕ ХЛЕБЦЫ

При производстве хлебного кваса по настойному способу получения суслу применяют квасные хлебцы. Выпекают их из смеси ржаного и ячменного солода, ржаной муки и воды, без дрожжей или закваски. На вкус квасные хлебцы кисло-сладкие, без горького привкуса, с резко выраженным ароматом, характерным для ржаного хлеба с солодом, без посторонних запахов, темно-коричневого цвета, переходящего в черный. Влажность мякиша при отпуске с завода не более 40%, кислотность не более 60 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г экстракта вытяжки. Хранят квасные хлебцы на стеллажах в охлажденных, хорошо вентилируемых помещениях. Срок хранения не более трех дней. Перед употреблением квасные хлебцы измельчают на вальцовых дробилках, оснащенных специальными ножами.

2.2.6. СУХОЙ ХЛЕБНЫЙ КВАС

Сухой хлебный квас является полуфабрикатом для домашнего приготовления хлебного кваса и в порядке исключения для промышленного производства кваса настойным способом. Сухой хлебный квас вырабатывают из сухарей специально выпеченного хлеба. Сухой квас значительно уступает по качеству квасным хлебцам, так как при сушке несколько теряется хлебный аромат. Для переработки хлебцов в сухой квас требуются дополнительные затраты, что повышает себестоимость кваса. По внешнему виду сухой хлебный квас представляет собой сахарную муку крупного помола со вкусом и ароматом, характерными для ржаного заварного хлеба, без горького привкуса и постороннего запаха, коричневого цвета с красноватым оттенком, влажностью не более 10%, кислотностью не более 60 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г экстракта вытяжки.

Упаковывают сухой хлебный квас в сухие, чистые, крепкие, без посторонних запахов тканевые или бумажные мешки. Хранят сухой хлебный квас в сухих, прохладных, хорошо вентилируемых помещениях. Гарантийный срок хранения один год.

2.2.7. КОНЦЕНТРАТ КВАСНОГО СУСЛА

Концентрат квасного сусла представляет собой продукт, получаемый путем затирания с водой ржаного и ячменного солодов, ржаной или кукурузной муки или свежепросоженного томленного ржаного солода с применением ферментных препаратов с последующим осветлением, сгущением полученного сусла в вакуум-аппарате и тепловой обработкой продукта.

По внешнему виду концентрат квасного сусла (ККС) — это вязкая густая жидкость темно-коричневого цвета, кисло-сладкого вкуса, с незначительно выраженной горечью, с ароматом, характерным для ржаного хлеба, в воде полностью растворяется. Массовая доля сухих веществ в ККС должна составлять $70 \pm 2\%$, кислотность колеблется в пределах $16 \dots 40 \text{ см}^3$ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм^3 на 100 г концентрата. При растворении в воде ККС допускаются в виде исключения опалесценция и осадок не более $1,0\%$ по объему.

Присутствие консервирующих веществ и механических примесей в ККС не допускается.

Концентрат квасного сусла разливают в специальные железнодорожные цистерны, автоцистерны, металлические бочки вместимостью от 100 до 300 кг , металлические фляги для молока и молочных продуктов, металлические и стеклянные банки. ККС, разлитый в железнодорожные цистерны, автоцистерны, металлические бочки и фляги, должен храниться при температуре не ниже $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ и не выше $+30 \text{ }^\circ\text{C}$, а разлитый в банки и бутылки — при температуре не ниже $2 \text{ }^\circ\text{C}$ и не выше $25 \text{ }^\circ\text{C}$. При этих условиях гарантийный срок хранения 8 мес со дня выработки.

Выпускают также концентрат обогащенного квасного сусла (КОКС). Это — густая вязкая жидкость коричневого цвета с массовой долей сухих веществ 67% , кислотностью $30 \pm 10 \text{ см}^3$ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм^3 , расходуемого на титрование 100 г концентрата.

КОКС разливают во фляги из алюминия для молока и молочных продуктов, в металлические банки и молочные цистерны. КОКС должен храниться при температуре не ниже $2 \text{ }^\circ\text{C}$ и не выше $12 \text{ }^\circ\text{C}$. Срок хранения 8 мес .

2.2.8. КОНЦЕНТРАТЫ КВАСОВ

Выпускают следующие наименования концентратов квасов:
концентрат Русского кваса, получаемый путем купажирования концентрата квасного сусла, сахарного сиропа и лимонной кислоты;
концентрат Московского кваса, получаемый путем купажирования концентрата квасного сусла, сахарного сиропа и молочной кислоты;

концентрат кваса, получаемый из концентрата квасного сусла с

добавлением сахарного сиропа, молочной кислоты или путем затирания ржаного и ячменного солодов с водой, с последующим сгущением полученного суслу и добавлением в него сахара, колера, молочной кислоты.

Концентраты Русского и Московского кваса предназначены для приготовления Русского и Московского кваса в производственных и домашних условиях, а концентрат кваса — только в домашних условиях.

По внешнему виду концентраты представляют собой вязкую густую жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, кисло-сладкого вкуса, без выраженной горечи, с ароматом ржаного хлеба, в воде концентраты полностью растворяются. Массовая доля сухих веществ в концентратах Русского и Московского кваса $70,0 \pm 2\%$, в концентрате кваса — не менее 57% , кислотность во всех концентратах колеблется от 25 до 30 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³, расходуемого на 100 г концентрата. Не допускается присутствие в концентратах консервирующих веществ и механических примесей.

Для приготовления окрошечного кваса выпускают экстракт кваса для окрошки, представляющий собой темно-коричневую непрозрачную вязкую густую жидкость кисло-сладкого вкуса с солоноватым привкусом, без выраженной горечи, с ароматом ржаного хлеба и укропа. Экстракт получают путем купажирования ККС, сахара, воды, молочной или лимонной кислоты, поваренной соли, горчицы и эфирного укропного масла. Массовая доля сухих веществ экстракта окрошечного кваса не должна быть менее 68% , кислотность — 90 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³, расходуемого на 100 г экстракта.

Гарантийный срок хранения 12 мес при температуре от 2 до 12 °С.

2.2.9. ДРОЖЖИ

Для проведения спиртового брожения в производстве кваса применяют сухие технически чистые культуры дрожжей расы М или чистую культуру дрожжей расы М, а также рас 131-К, С-2, хлебопекарные и винные дрожжи рас Киевская, Днепропетровская б и Штейнберг б и др.

Дрожжи должны быть биологически чистыми, т. е. в семенных дрожжах должны отсутствовать дикие дрожжи и посторонние бактерии, в частности слизееобразующие (лейконосток). Дрожжи должны обладать высокой бродильной энергией, хорошо осажаться при охлаждении кваса, в процессе брожения клетки дрожжей не должны распадаться.

Для приготовления кваса используют чистые или технически чистые сушеные культуры дрожжей, а также прессованные дрожжи. Чистые культуры дрожжей сохраняют в пробирках на квасном

суловом агаре, содержание сухих веществ в котором составляет 10%. Сушеные культуры дрожжей представляют собой порошок или гранулы светло-коричневого цвета влажностью 7...10%. Хлебопекарные прессованные дрожжи по внешнему виду представляют собой сероватые с желтым оттенком бруски массой 1; 0,5; 0,1 и 0,05 кг и влажностью не более 75%. Гарантийный срок хранения не менее 12 сут при температуре от 0 до 4 °С.

2.2.10. МОЛОЧНОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ

Молочнокислые бактерии используют совместно с дрожжами с целью приготовления кваса с незаконченным спиртовым и молочнокислым брожением.

Для производства кваса применяют гетероферментативные молочнокислые бактерии рас 11 и 13, имеющие форму клеток в виде коротких палочек, соединенных попарно и в цепочки. Используют чистые и сушеные технически чистые культуры молочнокислых бактерий.

Чистые культуры молочнокислых бактерий сохраняют на стерильном сусле с мелом, концентрация сухих веществ которого составляет 10%. Сушеные технически чистые культуры молочнокислых бактерий — это смесь рас 11 и 13 на сухой пивной дробине влажностью 7...10%.

В чистых культурах молочнокислых бактерий должны отсутствовать посторонние бактерии. При высеве на квасное сусло в течение 24 ч при температуре 26 °С молочнокислые бактерии должны образовывать молочную кислоту.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каком виде используют рожь в производстве кваса? 2. Какие требования предъявляют к ржи, идущей на приготовление кваса? 3. Для чего применяют ячменный солод в производстве кваса? 4. Какого качества должна быть ржаная мука? 5. Как получают квасные хлебцы? 6. Что собой представляет сухой квас? 7. Какие концентраты используют для приготовления кваса? 8. Какие микроорганизмы применяют при выработке кваса?

2.3. СЫРЬЕ И ПОЛУФАБРИКАТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Для производства безалкогольных напитков используют сырье и полуфабрикаты, физико-химические и органолептические показатели которых влияют на качество готового напитка.

2.3.1. САХАР

Большинство безалкогольных напитков обладает сладким вкусом, так как при их изготовлении применяют сахар, являющийся не только вкусовым, но и питательным веществом. Количество вводимого сахара определяет питательную ценность и калорийность напитка.

Сахар представляет собой сахарозу ($C_{12}H_{22}O_{11}$), получаемую из сахарной свеклы или тростника. Сахароза плавится при $160^{\circ}C$, а при более высокой температуре карамелизуется.

Под действием кислот и фермента инвертазы в водном растворе сахароза гидролизуется, т. е. присоединит одну молекулу воды и распадается на две равные части: глюкозу и фруктозу. Этот процесс называется инверсией, а полученная смесь глюкозы и фруктозы — инвертным сахаром. Инвертный сахар препятствует кристаллизации сахарных сиропов.

Сахар обладает значительной влагоемкостью, вследствие чего его следует хранить в сухом, чистом, проветриваемом помещении, где можно поддерживать постоянную температуру, не следует хранить вместе с сахаром другие продукты с посторонними запахами. Для приготовления безалкогольных напитков используют сахар-песок, сахар-рафинад или жидкий сахар.

Сахар-песок по вкусу должен быть сладким, без постороннего привкуса и запаха, цвет — белый с блеском, в воде должен полностью растворяться.

По качеству сахар-песок должен удовлетворять требованиям стандарта: влажность не более 0,14%, доброкачественность не менее 99,75%; содержание редуцирующих веществ не более 0,05%; содержание золы не более 0,03%; цветность не более 0,8 усл. ед. на 100 частей сухих веществ, оптическая плотность 92 ед.

Упакованный в тканевые мешки по 50 кг сахар-песок хранят в сухих помещениях с относительной влажностью воздуха 50...70%.

Сахар-рафинад представляет собой дополнительно очищенную сахарозу в виде монолитных кусков или отдельных кристаллов, вырабатываемых из сахарного песка. В зависимости от способа производства сахар-рафинад получают в виде сахара-песка и кускового сахара-рафинада (прессованный колотый, прессованный со свойствами литого, быстрорастворимый, в том числе дорожный в мелкой упаковке и литой колотый). Прессованный сахар-рафинад выпускают в виде отдельных кусочков; литой колотый — в виде кусков произвольной формы размером 40...70 мм.

По органолептическим показателям сахар-рафинад должен соответствовать следующим требованиям: цвет белый (без пятен и посторонних примесей), допускается голубоватый оттенок; вкус сладкий без постороннего привкуса и запаха; раствор должен быть прозрачным. Доброкачественность в нем должна быть не менее 99,9%; редуцирующих веществ не более 0,03%; содержание влаги не более 0,2%.

Сахар-рафинад упаковывают и хранят так же, как и сахар-песок.

Жидкий сахар применяют с целью механизации погрузочно-разгрузочных работ, сокращения продолжительности технологического цикла за счет исключения операций растворения и фильтрация сахара. Используют жидкий сахар двух категорий: высшей и I. Получают его путем растворения сахара-песка в воде с последу-

ющей фильтрацией через фильтрующие порошки (кизельгур или перлит).

По органолептическим показателям жидкий сахар высшей и I категорий должен быть прозрачным и не иметь посторонних вкуса и запаха. Физико-химические показатели жидкого сахара следующие: содержание сахарозы для высшей и I категорий соответственно не менее 99,80 и 99,55% к массе сухих веществ; содержание сухих веществ не менее 64% (для всех категорий качества); количество редуцирующих веществ для высшей и I категорий соответственно не более 0,04 и 0,05% к массе сухих веществ; цветность для высшей и I категорий соответственно не более 1,0; 1,6 усл. ед.; зола не более 0,03% к массе сухих веществ для всех категорий качества, рН 6,8...7,2 для всех категорий качества.

Жидкий сахар транспортируют в автоцистернах для пищевой продукции или железнодорожных цистернах в соответствии с санитарными правилами перевозки продовольственных грузов. Сахар хранят в резервуарах из нержавеющей стали или из стали с эмалью-покрытием. Температура хранения жидкого сахара должна быть не выше 18 °С.

2.3.2. ЗАМЕНИТЕЛИ САХАРА

В безалкогольной промышленности используют не только сахар, но и его заменители. Их применяют при производстве некоторых низкокалорийных напитков и напитков для больных диабетом.

К сладким веществам, которые могут быть заменителями сахара, относятся пищевая сахарин, сорбит, ксилит, аспартан и др.

Пищевой сахарин — это сладкое вещество, получаемое из толуола путем химического синтеза. Он представляет собой имид ортосульфобензойной кислоты. Этот продукт применяют только в производстве напитков для диабетиков: сахарин в 500 раз слаще сахарозы. Он не усваивается организмом и поэтому не имеет питательной ценности.

По внешнему виду сахарин имеет вид кристаллов белого или слегка желтоватого цвета, запах отсутствует, в холодной воде растворяется плохо, в горячей — легко, содержание сахарина не менее 92%, золы не более 0,2%, массовая доля влаги не более 0,25%.

Пищевой сорбит применяют только для приготовления безалкогольных напитков для больных диабетом. Он представляет собой шестиатомный спирт, является продуктом гидрирования глюкозы.

По внешнему виду сорбит — это твердые плитки серовато-белого цвета; имеет сладкий вкус с приятным охлаждающим привкусом, без запаха. Сорбит легко растворяется в воде и плохо — в спирте. По калорийности сорбит равноценен сахару.

В препарате содержание сорбита не менее 99,0% к массе сухих

веществ; массовая доля влаги не более 5%; массовая доля золы не более 0,1%.

Сорбит хранят в сухом месте при температуре не выше 25 °С. Для сорбита срок годности не менее одного года, в отдельных случаях он может быть продлен еще на 6 мес, если качество будет соответствовать техническим условиям. Сорбит расфасовывают в деревянные и фанерные ящики или картонные короба.

Пищевой ксилит представляет собой пятиатомный спирт. Это кристаллы белого цвета (допускается слегка желтоватый оттенок), сладкие на вкус, без запаха, хорошо растворимые в воде. Получают ксилит из пентозансодержащего растительного сырья (хлопковой шелухи, стержней кукурузных початков).

Ксилит должен хорошо растворяться в воде — 25 г его должны полностью растворяться в 50 мл воды. Массовая доля влаги в ксилите для высшего сорта должна быть не более 1,5%, I сорта — не более 2%. Массовая доля редуцирующих веществ в пересчете на сухое вещество не должна превышать 0,08%, золы не более 0,08%. Температура плавления ксилита 90...94 °С, рН раствора 4,5...7,5. В ксилите не допускается содержание никеля и свинца. Ксилит расфасовывают по 25 кг в бумажные мешки с вкладышами из полиэтиленовой пленки; сохраняют в вентилируемых складах при относительной влажности воздуха не более 75%.

Аспартан представляет собой дипептидный подсластитель в виде белого кристаллического порошка, обладающего ограниченной растворимостью в воде. Сладость аспартана подобна сладости сахарозы, однако ощущение ее наступает несколько позже, чем у сахарозы. Аспартан обладает свойством усиливать вкус и аромат многих citrusовых соков и напитков, не вызывает кариеса зубов.

2.3.3. ПЛОДОВО-ЯГОДНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ

К плодово-ягодным полуфабрикатам, используемым для приготовления безалкогольных напитков, относятся различные соки (плодово-ягодные натуральные, плодово-ягодные спиртованные, плодово-ягодные сброженно-спиртованные, плодовые и ягодные концентрированные), виноградное вакуум-сусло, экстракты, морсы, плодовые и ягодные натуральные сиропы.

Плодово-ягодные полуфабрикаты (соки, концентраты, экстракты, сиропы, морсы) следует хранить в чистых, сухих, хорошо вентилируемых помещениях при температуре от 0 до 20 °С и относительной влажности воздуха не более 75%.

Натуральные плодово-ягодные соки придают напиткам вкус и аромат натуральных плодов, а также повышают их пищевую ценность, так как с соками в напитки вносятся сахара, органические кислоты, витамины, микроэлементы и другие полезные экстрактивные вещества плодов. Но наряду с этими веществами в соках содер-

жятся белковые и пектиновые вещества, которые являются причиной образования муты и осадков в напитках, поэтому на производстве используют только осветленные соки.

Фруктово-ягодные соки получают из разнообразных сочных плодов и ягод как культурных, так и дикорастущих растений, обычно подразделяемых на семечковые (яблоки, груши, айва, рябина), косточковые (абрикосы, персики, сливы, вишни, кизил), цитрусовые (апельсины, мандарины, лимоны) и ягоды (смородина, клюква, малина, ежевика, земляника и др.).

По вкусу, запаху и цвету фруктово-ягодные натуральные соки должны соответствовать вкусу, запаху и цвету исходного плода или ягоды.

Яблочный осветленный сок высшего сорта должен быть прозрачным, без осадка, в соке I сорта допускается массовая доля осадка не более 0,15%. Массовая доля сухих веществ в соке высшего сорта не менее 10%, I сорта — 9,0%. Общая кислотность (в пересчете на яблочную кислоту) этих сортов 0,3...1,2%.

Натуральные соки поступают в стеклянных или жестяных лакированных банках.

Фруктово-ягодные спиртованные соки получают путем отжима из дробленых свежих плодов и ягод с последующим консервированием ректификованным спиртом и отделением фильтрацией или декантацией выпавших в осадок взвешенных веществ.

По внешнему виду соки должны быть прозрачными, без помутнения и осадка, плесени и других признаков порчи. Цвет, вкус и аромат соков должны быть свойственны плодам, из которых они приготовлены. Запах и вкус, несвойственные спиртованным сокам из данного вида сырья, не допускаются. Объемная доля этилового спирта во всех соках составляет 16,0%. Общее содержание экстрактивных веществ в соках в зависимости от наименования находится в пределах 5,0...15,0 г на 100 мл, а кислотность — 0,8...5,0 г на 100 мл в пересчете на лимонную кислоту.

Фасуют и транспортируют спиртованный сок в дубовых бочках или цистернах.

Фруктово-ягодные сброженно-спиртованные соки изготавливают путем спиртового брожения сока плодов и ягод или сока, полученного из предварительно подброженной мякоти. Фруктово-ягодные сброженно-спиртованные соки должны быть без посторонних тонов.

Объемная доля этилового спирта в фруктово-ягодных сброженно-спиртованных соках должна составлять $16,0 \pm 0,3\%$ об. Массовая концентрация сахаров должна быть не более 0,5 г в 100 мл в пересчете на инвертный сахар. Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную кислоту не должна превышать 1,4 г/л. Сброженно-спиртованные соки разливают в дубовые бочки, бутылки, металлические и железобетонные емкости, покрытые внутри стойким защитным покрытием.

Фруктовые и ягодные концентрированные соки по внешнему виду представляют собой густую жидкость, вкус и запах близки вкусу и запаху исходного плода или ягоды. Допускается наличие небольшого осадка белковых и пектиновых веществ на дне тары. Наиболее часто используют яблочный, виноградный и клюквенный соки.

Массовая доля сухих веществ в яблочном и виноградном концентрированных соках не менее 70%, в клюквенном — 54%. Титруемая кислотность (в пересчете на массовую долю яблочной кислоты): яблочного сока не менее 2,5%, виноградного 1,0, клюквенного 15%. Концентрированный сок фасуют в стеклянные баллоны, жестяные банки вместимостью не более 10 л и деревянные бочки с полиэтиленовыми вкладышами вместимостью не более 100 л.

Виноградное вакуум-сусло, используемое в безалкогольном производстве, получают из белого и красного винограда.

По внешнему виду вакуум-сусло представляет собой однородную вязкую массу без посторонних частиц. Цвет сусла из белого винограда может быть от янтарного, золотистого до цвета крепкого чая, из красного винограда — красного разных оттенков. Аромат, вкус и запах должны быть чистыми, свойственными виноградному суслу без посторонних оттенков и пригорелых тонов.

Массовая концентрация сухих веществ в вакуум-сусле по рефрактометру должна быть не менее 75%. Концентрация сахара в пересчете на инвертный не менее 65%. Титруемая кислотность в пересчете на винную кислоту не должна превышать 4%. Вакуум-сусло расфасовывают в деревянные бочки вместимостью от 100 до 300 л, жестяные банки, двойные полиэтиленовые мешки, вложенные в деревянные или металлические бочки вместимостью от 100 до 300 л или бидоны. Гарантийный срок хранения с момента отгрузки его предприятием-поставщиком 12 мес.

Фруктовые и ягодные экстракты — это концентраты осветленных плодово-ягодных соков или растительного сырья, приготовляемые упариванием соков при разрежении в вакуум-аппаратах. В процессе упаривания значительная часть воды удаляется, вследствие чего содержание сухих веществ в экстракте становится в 5...10 раз больше, чем в исходном соке.

В безалкогольном производстве используют экстракты плодовые и ягодные и из растительного сырья — сафлоровидной левзеи, элеутерококка и др.

По внешнему виду экстракты представляют собой прозрачную жидкость. Экстракт левзеи красно-бурого цвета, элеутерококка — темно-коричневого. Оба экстракта имеют горький вкус. Не допускается применять в производстве безалкогольных напитков экстракты с признаками порчи, вызванной жизнедеятельностью микроорганизмов (брожение и плесневение), или экстракт-

ты, полученные смешиванием соков разноименных плодов. Объемная доля спирта в экстракте левзеи не менее 62%, а элеутерококка — 33%.

В плодовых и ягодных экстрактах массовая доля сухих веществ в зависимости от наименования от 44 до 62%, кислотность (в пересчете на яблочную кислоту) — от 1,8 до 20,0%. Массовая доля сорбиновой кислоты не более 0,15%. В воде экстракты должны полностью растворяться. Благодаря высокой кислотности экстракты имеют хорошую стойкость при хранении. Срок годности экстракта левзеи 1 год, а элеутерококка 3 года. Экстракт левзеи, используемый для переработки, фасуют по 18 кг в стеклянные бутылки с навинчивающимися полиэтиленовыми крышками, бутылки упаковывают в дощатую обрешетку. Плодовые и ягодные экстракты для промышленной переработки фасуют в жестяные лакированные банки или стеклянные баллоны вместимостью не менее 2 л, а также в деревянные бочки вместимостью не более 100 л с полиэтиленовыми вкладышами.

Клюквенный морс, используемый для производства безалкогольных напитков, — это полуфабрикат с ароматом, вкусом и цветом клюквы, по внешнему виду — это прозрачная жидкость, без мути и осадка, допускается опалесценция. Получают клюквенный морс сбраживанием дрожжами свежей измельченной клюквы с последующим отделением сока от мезги и выдержкой его в течение 4 мес при температуре не выше 5 °С. Вкус и аромат должны быть свойственны клюкве без постороннего привкуса; цвет может быть от розового до темно-красного. Содержание сухих веществ 3,5...4,4 г на 100 г продукта, спирта не менее 1% мас., кислотность должна быть в пределах 22,0...34,4 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ морса, содержание летучих кислот не более 0,1 г в 100 мл.

Плодовые и ягодные натуральные сиропы получают путем растворения сахара в натуральных плодовых и ягодных соках без добавления воды. Сиропы выпускают стерилизованными и нестерилизованными.

Полученные сиропы представляют собой прозрачную густую жидкость без осадка. Вкус сиропов должен быть ярко выраженным сладким или кисло-сладким, соответствующим плодовым и ягодным сокам, из которых они изготовлены, цвет — близким к натуральному цвету соков плодовых и ягодных. Массовая доля сухих веществ в соках не менее 68,0%, а массовая доля общего количества сахара, выраженная в инвертном сахаре, не менее 62,0%. Титруемая кислотность (в пересчете на яблочную кислоту) должна быть для различных сиропов 0,2...1,0%. Массовая доля сорбиновой кислоты допускается до 0,06%, а олова — 0,01, меди — 0,001%. Плодовые и ягодные сиропы поступают в металлических и стеклянных банках, в бутылках вместимостью 10 л.

2.3.4. ПИЩЕВЫЕ КИСЛОТЫ

Чистый вкус напитков обусловлен в основном органическими кислотами. Как вкусовое восприятие кислотность зависит от степени диссоциации и порога ощущения пищевых кислот. Для приготовления безалкогольных напитков используют различные пищевые кислоты: молочную, лимонную, виннокаменную, ортофосфорную, аскорбиновую и сорбиновую. Аскорбиновую кислоту применяют для витаминизации напитков, сорбиновую — для повышения их стойкости, виннокаменную — для получения сухих шипучих и нешипучих напитков, молочную кислоту — только для приготовления кваса.

Пищевая молочная кислота ($C_3H_6O_3$) выпускается высшего, I и II сортов, в ней содержится собственно молочной кислоты соответственно не менее 37,5; 37,5 и 35%. Она должна быть прозрачной, без осадка и неприятного запаха.

Пищевая лимонная кислота ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) представляет собой бесцветные кристаллы. При растворении в дистиллированной воде 2%-ный раствор лимонной кислоты должен быть прозрачным, с приятным кислым вкусом, без запаха и механических примесей.

Получают лимонную кислоту посредством сбраживания мелассы специальным штаммом плесени *Aspergillus niger*.

Применяют лимонную кислоту высшего и I сортов.

Содержание лимонной кислоты в товарном препарате в переводе на моногидрат должно быть не менее 99,5% (для высшего и I сортов). Содержание золы не более 0,1% для высшего сорта и 0,35% для I сорта. Содержание солей тяжелых металлов, бария, щавелевой и железисто-синеродисто-водородной кислот не допускается. Гарантийный срок хранения лимонной кислоты 6 мес со дня изготовления; при упаковке кислоты в ящики из гофрированного картона с внутренним вкладышем из подпергаменты — 3 мес со дня изготовления.

Пищевая виннокаменная (винная) кислота $[(C_2H_3O_2)_2(COOH)_2]$ применяется наряду с лимонной, но придает напиткам несколько более грубый вкус.

Получают виннокаменную кислоту из калиевых и кальциевых солей (тарترات), являющихся продуктами отхода виноградарства и виноделия.

Кислота выпускается высшего и I сортов. По внешнему виду это бесцветные крупные или мелкие кристаллы или белый порошок. Содержание виннокаменной кислоты должно быть не менее 99% мас.

Массовая доля золы не более 0,3% для высшего сорта и 0,5% для I сорта. Пищевую винную кислоту упаковывают в бумажные непропитанные трех-четырёхслойные мешки массой до 30 кг, в джутовые мешки или фанерно-штампованные бочки — до 40 кг, в ящики из

ффрированного картона — до 10 кг, а также в ящики дощатые разборные для товаров пищевой промышленности — до 30 кг.

Гарантийный срок хранения винной кислоты 12 мес со дня выработки.

Пищевая ортофосфорная кислота (H_3PO_4) марки А применяется для изготовления безалкогольных напитков. Расход ее не должен превышать 20% (на сухое вещество) от количества закладываемой на приготовление напитков лимонной кислоты. Ортофосфорная кислота растворяется в воде в любых соотношениях.

По внешнему виду ортофосфорная кислота — это сиропообразный бесцветный раствор кислого вкуса, без постороннего привкуса, без запаха. В препарате содержание ортофосфорной кислоты должно быть не менее 73,0% мас., плотность 1,520...1,745 г/см³.

Пищевую (термическую) ортофосфорную кислоту упаковывают в стеклянные бутылки вместимостью 20 л, а также заливают в специальные стальные железнодорожные цистерны. Ортофосфорную кислоту хранят в стальных футерованных закрытых емкостях, а также в бутылках и канистрах. Гарантийный срок хранения 6 мес со дня изготовления.

Взаимозаменяемость кислот устанавливается в следующих соотношениях: 1 г безводной лимонной кислоты соответствует 1,17 г виннокаменной, 1,4 г молочной, 0,51 г ортофосфорной кислот.

Пищевая аскорбиновая кислота ($C_6H_8O_6$) получается синтетическим путем из глюкозы. По внешнему виду это однородный кристаллический порошок белого цвета, без запаха, кислого вкуса, без постороннего привкуса.

В товарной кислоте содержание аскорбиновой кислоты должно быть не менее 99,0% мас., не допускается содержание солей тяжелых металлов.

Упаковывают аскорбиновую кислоту от 1 до 10 кг в двойные пакеты из полиэтиленовой пленки, а затем пакеты укладывают в жестяные банки. При упаковке в банки помещают гранулированный или кусковой силикагель в мешочке из хлопчатобумажной отбеленной бязи. Жестяные банки укупоривают крышками путем закатки. Гарантийный срок хранения аскорбиновой кислоты 3 года со дня выработки.

Сорбиновая кислота ($CH_3-CH=CH-CH-CH-COOH$) используется для повышения стойкости безалкогольных напитков благодаря своей способности оказывать селективно-гормоизирующее действие на микроорганизмы, подавляя действие дрожжей и плесеней. Сорбиновая кислота малорастворима в холодной воде, легко реагирует с растворами углекислых солей щелочных и щелочно-земельных металлов, образуя легко растворимые сорбаты калия, натрия, кальция.

По внешнему виду сорбиновая кислота представляет собой белый или слегка желтоватый кристаллический порошок с легким

характерным запахом, температура плавления 130,3 °С, содержание сухих веществ в пересчете на эквивалент сорбиновой кислоты должно быть не менее 99,0% мас.

Кристаллические пищевые кислоты надо хранить в упакованном виде в крытых, сухих и чистых складах. Относительная влажность воздуха в помещении должна быть не более 65%. Следует иметь в виду, что увлажненная винная кислота может разрушаться под действием различных микроорганизмов. При хранении лимонной кислоты необходимо следить за температурой помещения, так как в очень сухом помещении и при повышенной температуре может происходить потеря кристаллизационной воды, от чего масса кислоты может уменьшиться на 8,5%.

2.3.5. ДИОКСИД УГЛЕРОДА

В производстве безалкогольных напитков используют сжиженный диоксид углерода, который в процессе насыщения им воды и напитков переходит в газообразное состояние.

Диоксид углерода получают из газов, образующихся при сжигании кокса, угля и природного газа, при обжиге из различных карбонатов (известняка, мела, мрамора и др.), а также при сбраживании пивного сусла и заторов в спиртовом производстве.

Объемная доля диоксида углерода в жидком и газообразном виде должна быть не менее 98,8%. В пищевом диоксиде углерода должны практически отсутствовать такие примеси, как окись углерода, сероводород, соляная, серная и азотная кислоты, спирты, эфиры, альдегиды, органические кислоты, аммиак, моноэтаноламин. Массовая доля влаги не должна превышать 0,1%. Содержание минеральных масел не более 0,1 мг/кг.

Жидкий диоксид углерода транспортируют и хранят на заводе в стальных баллонах под давлением 6,5 МПа (при 20 °С) или специализированных изотермических сосудах при диапазоне температур -43,5...-11,3 °С и давления 0,8...2,5 МПа. Баллоны с диоксидом углерода рекомендуется хранить в лежачем положении при температуре не выше 30 °С.

2.3.6. КРАСИТЕЛИ

Одно из важных органолептических свойств безалкогольных напитков — их окраска. В качестве красителей используют натуральные или полученные путем синтеза вещества. При производстве безалкогольных напитков предпочтение отдают натуральным красителям.

Натуральные красящие вещества вносят в безалкогольные напитки с фруктовым соком и концентратами, разными экстрактами. Но в некоторых случаях в напитки со слабовыраженным цветом добавляют натуральные красители. К натуральным пищевым кра-

сителям относятся колер, энокраситель и красители, получаемые из ягод бузины, выжимок черники, кизила, вишни и других плодов и ягод, к синтетическим — гартразин Ф и индигокармин.

Колер — это естественный краситель, он представляет собой водный раствор карамелизованной сахарозы, получаемый из сахарного песка путем нагревания до температуры 180...200 °С. При нагревании выше 170 °С происходит обезвоживание сахарозы с образованием ангидридов различных сахаров, кислот жирного ряда, темноокрашенных (гуминовых) соединений и других веществ. При этом наряду с карамелизацией сахарозы протекают окислительные процессы с появлением продуктов окисления, летучих и нелетучих органических кислот. Образующиеся карамели являются красящими веществами.

Колер имеет вид темно-коричневой вязкой жидкости, слегка горького вкуса с содержанием сухих веществ не менее 70% мас. Хорошо растворим в воде. Не вступает в реакцию с кислотами и другими компонентами безалкогольных напитков.

Колер придает напиткам цвет от светло-желтого до желто-коричневого. В сочетании с другими красителями обеспечиваются тона окрасок, приближающиеся к цвету различных плодово-ягодных соков. Окраски, полученные с помощью колера, устойчивы к свету, 4%-ный раствор должен иметь коричневый цвет и после отстаивания в течение 24 ч не давать осадка. Появление осадка чаще всего свидетельствует о содержании в колере солей тяжелых металлов. Такой колер непригоден для производства безалкогольных напитков.

Готовый колер необходимо хранить в сухом прохладном помещении в сборниках из стеклоэмали, алюминия или нержавеющей стали, закрываемых крышками. Сборники должны иметь рубашки для обогрева и мешалки.

Энокраситель получают из выжимок винограда темных сортов. Основным красящим веществом такого винограда является энин. В молекулу энина входит глюкоза, которая при высокой температуре под действием кислот отщепляется, и энин переходит в энидин.

Энидин, или энокраситель, извлекают из отжатой виноградной мезги 1%-ным раствором соляной кислоты. Полученный раствор концентрируют под вакуумом до жидкой или пастообразной консистенции.

Энокраситель представляет собой смесь красителей, относящихся к классу антоцианов, экстрагируемых из выжимок темных сортов винограда. Жидкий краситель имеет темно-красный цвет, слабовыраженный винный и кислый вкус и запах, в воде полностью растворяется, образуя прозрачный раствор.

В зависимости от активной реакции среды цвет энокрасителя различный: при pH 2 — красный, при pH 3 — сиреневый, при pH 4...5 — фиолетовый, при pH 7...8 — синий.

Хранят энокраситель в чистых сухих помещениях, защищенных от прямых солнечных лучей, при температуре 0...25 °С в стеклянной таре вместимостью не более 10 л, помещенной в деревянные ящики или корзины с прокладкой из соломы или стружки. Гарантийный срок хранения энокрасителя 1 год со дня изготовления.

Красный краситель из ягод бузины получают сгущением сока ягод черной и травянистой бузины с добавлением лимонной кислоты. Краситель представляет собой густую окрашенную в интенсивно-красный цвет жидкость, имеющую кислый вкус, полностью растворимую в воде, с содержанием сухих веществ не менее 35% и красящих веществ не менее 50 г/л.

Фасуют краситель в стеклянную тару и хранят в затемненном прохладном помещении.

Индигокармин — двунариевая соль индигодисульфокислоты.

Краситель представляет собой синевато-черную нерасслаивающуюся пасту с содержанием 35% сухих веществ и 24,5% чистого красителя. Пасту растворяют в горячей воде в соотношении 1:10. Водный раствор красителя имеет синий цвет. Индигокармин фасуют в стеклянные банки вместимостью 10 л, хранят в затемненном прохладном помещении.

Тартразин Ф представляет собой оранжево-желтый мелкокристаллический порошок, содержащий не менее 85% красителя. Он хорошо растворяется в воде и водно-спиртовых растворах. Для подкраски напитков применяют в виде водных растворов 3:100 и 5:100. Водные растворы тартразина устойчивы к свету и не меняют своей окраски при нагревании до 105 °С. В этиловом спирте тартразин растворяется слабо. Подкрашивает напитки в желтый цвет разных оттенков, при очень сильном разведении в воде появляется выраженный зеленоватый оттенок.

2.3.7. АРОМАТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

В качестве ароматических веществ, вносимых в безалкогольные напитки, используют эссенции, настои, а также спиртовые растворы эфирных масел и душистых веществ.

Эссенции — это концентрированные водно-спиртовые растворы различных ароматических веществ. Эссенции бывают натуральными, синтетическими и комбинированными.

Натуральные эссенции представляют собой водно-спиртовые растворы лимонного, апельсинового и мандаринового эфирных масел.

Синтетические эссенции — это растворы ароматических веществ, полученных путем химического синтеза. В качестве ароматических веществ используют следующие сложные эфиры: этилбутират (для ананасной эссенции), амилацетат (для грушевой эссенции), этилацетат (для грушевой и других фруктовых эссенций),

амилвалерианат (для яблочной эссенции), этилформиат (для ромовой эссенции), ванилин (4-окси-3-метоксибензальдегид) и кумарин (лактон ортооксикоричной кислоты) — для эссенции крем-сода, а также цитраль — непредельный альдегид (для лимонной и апельсиновой эссенций). Массовая доля душистых веществ в синтетических эссенциях колеблется в зависимости от вида эссенции от 4 до 13%, а объемная доля спирта — от 37 до 95%.

Комбинированные эссенции содержат наряду с натуральными ароматами синтетические душистые вещества (композиция для напитка «Лимонад» и эссенция «Черносмородиновая»).

Помутнения не должно быть и при растворении 1 мл синтетической эссенции в 1000 мл воды. Синтетические эссенции не должны содержать свинца и меди.

Эссенции хранят в темной, плотно закрытой стеклянной посуде, в которой не оставляют воздушного пространства. Так как с повышением температуры повышается летучесть эссенций, их хранят в затененном помещении при температуре не выше 25 °С.

Настои, применяемые для изготовления безалкогольных напитков: цитрусовые спиртовые, кофейный, мяты перечной, тархуна и др.

Цитрусовые настои получают настаиванием цедры (кожуры) цитрусовых плодов (апельсинов, лимонов, мандаринов) на водно-спиртовой смеси. При настаивании извлекаются эфирные масла, которые у цитрусовых плодов сосредоточены в цедре. Для получения настоев с цитрусовых плодов снимают цедру, разрезают ее на отдельные части (дольки) и заливают водно-спиртовым раствором, приготовленным из спирта-ректификата высшей очистки. Настаивание производят дважды.

Вкус и аромат настоев должны быть свойственны соответствующим плодам, лимонный настой должен быть светло-желтым с зеленоватым оттенком. При разведении настоев водой в соотношении 1:100 допускается слабое помутнение, которое исчезает после фильтрования. Объемная доля спирта в настоях должна составлять 65%, массовая доля эфирного масла в лимонном настое — 0,40%, в апельсиновом — 0,45, в мандариновом — 0,30%. Гарантийный срок хранения цитрусовых настоев не менее 8 мес со дня изготовления.

Кофейный настой представляет собой темно-коричневую прозрачную жидкость, допускается опалесценция, а при хранении — выпадание небольшого осадка, запах, свойственный аромату кофе, на вкус горьковатый, без постороннего привкуса, при растворении с водой в соотношении 1:50 раствор прозрачный, содержание спирта должно быть не менее 42,0% об., сухих веществ не менее 1,5 г/100 мл.

Фасуют кофейный настой в стеклянные бутылки вместимостью 10 л. Срок хранения 6 мес при температуре не выше 25 °С.

Настои мяты перечной и тархуна представляют собой прозрач-

ные жидкости зеленого цвета с соответствующим запахом и вкусом. Объемная доля этилового спирта в тархуновом настое 60,6%, в настое мяты перечной 81,0%, массовая доля эфирного масла в настое мяты должна быть не менее 5,0%. Хранят настои в затемненном помещении при температуре не ниже 2 °С и не выше 20 °С.

Эфирные масла, используемые для ароматизации отдельных видов безалкогольных напитков, — это масло лавра благородного, а также розовое, эвкалиптовое, лимонное и мандариновое масла.

Эфирное масло лавра благородного представляет собой легкоподвижную прозрачную жидкость желтоватого цвета, с характерным запахом растения, содержание влаги не допускается. Эфирное масло лавра благородного упаковывают в алюминиевую, оцинкованную или стеклянную тару вместимостью не более 20 кг, хранят в укуленном виде в закрытых и прохладных помещениях при температуре не выше 18 °С и относительной влажности воздуха не выше 80%.

Розовое эфирное масло получают из цветов эфиромасличной розы отгонкой с водяным паром. По внешнему виду розовое эфирное масло — густая, при температуре 30 °С прозрачная жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета с приятным запахом, соответствующим запаху цветов розы. Содержание растворенной воды и этилового спирта — не более 4,0% мас. Гарантийный срок хранения 24 мес.

Эвкалиптовое масло представляет собой легкоподвижную жидкость темно-желтого или зеленовато-желтого цвета с резким запахом, характерным для эвкалипта. Растворимость в 90%-ном этиловом спирте (отношение объема масла к объему спирта при полном растворении) не менее 1:1,5, содержание влаги не допускается. Гарантийный срок хранения 12 мес с момента выпуска.

Лимонное эфирное масло получают из цедры лимона, по внешнему виду это легкоподвижная жидкость желтого или желто-коричневого цвета с запахом лимона. Массовая доля альдегида не более 4,1%, нелетучего остатка не более 2,7%, растворимость в этиловом спирте 96,2% об. при соотношении 1:1.

Мандариновое эфирное масло — легкоподвижная жидкость желтого или желто-коричневого цвета, как и лимонное эфирное масло, только с запахом мандарина. Растворимость одного объема масла в 96%-ном этиловом спирте равна 3,0...5,0, содержание воды не допускается. Мандариновое эфирное масло фасуют в алюминиевую, оцинкованную или стеклянную тару и хранят при температуре не выше 12 °С и относительной влажности воздуха не выше 80%. Гарантийный срок хранения мандаринового эфирного масла 1 год.

Душистые вещества, применяемые для производства безалкогольных напитков. — это изоборнилацетат и ванилин.

Изоборнилацетат ($C_{12}H_{20}O_2$) представляет собой уксусный эфир изоборнеола, получаемый вакуум-разгонкой пихтосина — продукта ацетилирования технического камфена уксусной кислотой. По вне-

шнему виду это прозрачная бесцветная жидкость с запахом хвои. Содержание эфира должно быть не менее 98,0%, содержание уксусной кислоты не более 0,2% мас. Фасуют изоборнилацетат в алюминиевые или оцинкованные бочки. Хранят в темном прохладном помещении, при хранении допускается повышение содержания уксусной кислоты до 1,0%. Гарантийный срок хранения изоборнилацетата не менее 6 мес.

Ванилин — вещество, получаемое из гваякола и лигносульфонатов. Ванилин — это кристаллический порошок от белого до светло-желтого цвета с характерным запахом. Содержание ванилина должно быть не менее 99,0%. В ванилине, получаемом из лигносульфонатов, допускается содержание чистого ванилина не менее 98,5%. Ванилин должен храниться в чистых сухих, прохладных, хорошо проветриваемых помещениях при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не более 80%.

2.3.8. ЭТИЛОВЫЙ РЕКТИФИКОВАННЫЙ СПИРТ

Для спиртования соков и приготовления водно-спиртовых настоев пряноароматического сырья используют ректификованный спирт «Экстра» и высшего сорта (получение и показатели спирта см. в главе 10).

2.3.9. ВИНОГРАДНЫЕ ВИНА

Вина получают путем спиртового брожения сока или мезги винограда. В производстве безалкогольных напитков используют столовые и крепленые виноградные вина. По внешнему виду эти вина должны быть прозрачными, без мути, осадка и посторонних включений. Вкус и аромат — свойственные данному наименованию вина, без посторонних тонов во вкусе и букете.

Кроме виноградных вин для приготовления безалкогольных напитков применяют виноградные и плодово-ягодные виноматериалы. Виноградные обработанные виноматериалы должны иметь вкус и аромат, свойственные данному наименованию виноматериала, без посторонних тонов во вкусе и букете. Плодово-ягодные обработанные виноматериалы должны быть разливозстойкими, иметь вкус и аромат, свойственные данному наименованию вина.

Виноградные обработанные виноматериалы следует хранить в деревянной таре, эмалированных цистернах, в емкостях из нержавеющей стали, металлических и железобетонных емкостях, имеющих специальное внутреннее защитное покрытие.

Плодово-ягодные обработанные виноматериалы разливают и хранят в дубовых бочках, бутах, металлических и железобетонных резервуарах, внутренняя поверхность которых должна иметь защитное покрытие.

2.3.10. МЕД

Натуральный цветочный мед — ароматическое сладкое вещество, выработанное пчелами из цветочной пыльцы. Мед представляет собой вязкую жидкость от светло-желтого до темно-бурого цвета, относительная плотность меда колеблется от 1,41 до 1,47.

В зависимости от способа отделения от сот мед может быть центрифугированным, прессованным и самотечным. Наиболее пригодны для приготовления напитков центрифугированные и самотечные меды липового, клеверного или гречишного сортов. Из них наиболее ароматен липовый мед, которому и следует отдавать предпочтение. Мед, обладающий слабым ароматом, не годится для приготовления напитка хорошего качества.

Содержание воды в меде должно быть не более 21%, восстанавливающих сахаров (в пересчете на сухое вещество) — не менее 79,0% мас., содержание сахарозы (в пересчете на сухое вещество) — не более 7,0% мас.

Фасуют мед в деревянные бочки (влажность древесины не более 16%) вместимостью до 75 л, а также во фляги из нержавеющей и листовой стали, луженной пищевым оловом, и из алюминия и алюминиевых сплавов вместимостью 25 и 38 л. Тара должна быть герметически укупорена.

Мед хранят при температуре не выше 20 °С в чистых помещениях, защищенных от проникновения мух, пчел, ос и др.

2.3.11. СГУЩЕННАЯ МОЛОЧНАЯ СЫВОРОТКА

В производстве безалкогольных напитков применяют молочную сгущенную очищенную сыворотку. Для производства такой сыворотки используют творожную сыворотку кислотностью не выше 75 ° Тернера (°Т)*. Ее сгущают на вакуум-выпарных установках до содержания сухих веществ не более 40,0% мас. с последующей очисткой от белков. По внешнему виду сыворотка представляет собой густую текучую массу с чистым, кислым, слегка соленым вкусом и запахом, цвет светло-желтый с зеленоватым оттенком, в массе однородный. Кислотность готовой сыворотки должна быть не более 400 °Т, плотность при 65 °С — 1,12...1,15 г/см³.

Разливают сыворотку в молочные фляги и молочные цистерны, хранят при температуре не выше 10 °С не более 30 дней.

2.3.12. ПРЯНОСТИ, КОРНИ И ЛИСТЬЯ РАСТЕНИЙ, ТРАВЫ, ЧАЙ

При производстве безалкогольных напитков применяют различные пряности, корни и листья растений, травы, чай.

* Под градусом Тернера понимают количество (см³) 0,1 моль раствора гидроксида натрия (калия), расходуемого на 100 см³ сыворотки.

Из пряностей для приготовления безалкогольных напитков используют душистый перец, черный, красный и белый перец, кардамон, корицу, мускатный орех, гвоздику, имбирь, шафран и др. Для промышленной переработки пряности выпускают фасованными массой нетто до 5 кг. Пряности фасуют в двойные бумажные пакеты (внешний пакет из бумаги, а внутренний из пергамента) и в пакеты из комбинированных и термосваривающихся материалов. Пакеты упаковывают в фанерные и дощатые ящики.

Пряности хранят при температуре не выше 20 °С и относительной влажности воздуха не более 15%.

Для приготовления безалкогольных напитков применяют также корень солодки — высушенный очищенный или неочищенный, резаный или целый.

Корень солодки представляет собой высушенные корни и подземные побеги дикорастущего многолетнего травянистого растения солодки гладкой в двух разновидностях: обыкновенная солодка и железистоволокнистая солодка из семейства бобовых. Влажность корня солодки должна быть не выше 12%, посторонних примесей должно быть не более 2,0% мас. Корень солодки неочищенный упаковывают в спрессованные кипы массой брутто от 140 до 175 кг.

В качестве пряности используют также листья лавра благородного, крапивы и мяты перечной; из них сначала готовят спиртованные настои, которые затем вносятся в купажные сиропы отдельных напитков.

Лавровый лист, упакованный в тюки, мешки и в коробки, должен быть слабо спрессован; в кипах — сильно спрессован. Хранят лавровый лист в сухих, чистых, без постороннего запаха и защищенных от проникновения сырости помещениях.

Лист крапивы используют для приготовления спиртового экстракта, который входит в состав безалкогольных напитков. Лист крапивы должен быть высушен без доступа прямых солнечных лучей. Сушеные листья крапивы упаковывают в тюки массой 50 кг, а резаные — в мешки массой 20 кг. Хранят крапиву на стеллажах в сухих, хорошо проветриваемых помещениях без доступа прямых солнечных лучей.

Для приготовления безалкогольных напитков применяют траву зверобоя цельную и резаную в виде частиц листьев, стеблей, цветов и незрелых плодов со слабым своеобразным запахом, с горьковатым, слегка вяжущим вкусом. Содержание влаги должно быть не более 13%.

Кроме зверобоя используют траву и листья полыни, траву чабреца обмолоченную, траву душицы; пригодны верхние части стеблей с листьями, бутонами и частично с незрелыми плодами.

Упаковывают эти травы с листьями в тюки или мешки, траву душицы также упаковывают в пачки из коробочного картона массой до 100 г, хранят в сухом помещении.

Зеленый байховый чай получают из сортового чайного листа путем фиксации, завяливания и скручивания его с последующим высушиванием.

Черный байховый чай получают из сортового чайного листа путем завяливания, скручивания и ферментации его с последующим высушиванием.

Для производства безалкогольных напитков пригоден чай нефасованный.

В чае не допускаются плесень, затхлость, кисловатость, посторонние запах и привкус, наличие волокон, желтой чайной пыли, огрубелых частей стебля и другие посторонние примеси.

Чай упаковывают в ящики или тару для продовольственных товаров. В ящики вкладывают полиэтиленовые пакеты-вкладыши или выстилают их чистой оберточной бумагой.

Ящики с чаем должны храниться в сухом, чистом, хорошо проветриваемом помещении, не зараженном амбарными вредителями, на деревянных стеллажах с расстоянием 0,1...0,15 м от пола и не менее 0,5 м от стенки.

Относительная влажность воздуха в помещении не должна быть выше 70%.

2.3.13. КОНЦЕНТРАТЫ И КОМПОЗИЦИИ

В настоящее время широко применяют концентраты (основы) и композиции безалкогольных напитков.

К *концентратам* относятся концентраты для напитков «Байкал», «Яблоко», «Фруктовый», «Пепси-Кола», «Фанта», «Тропик» и др.

Концентрат для напитка «Яблоко» готовят из концентрированного яблочного сока, ароматической эссенции «Яблочная крымская», лимонной кислоты и колера. Концентрат представляет собой вязкую густую жидкость темно-коричневого цвета с яблочным ароматом, кислым вкусом без посторонних примесей. Содержание сухих веществ (по рефрактометру) должно быть 70,0% мас., кислотность (в пересчете на лимонную кислоту) 4,4% мас. Фасуют концентрат для напитка «Яблоко» в стеклянные и жестяные банки, деревянные бочки и картонные барабаны с полиэтиленовыми вкладышами. Хранят концентраты в охлаждаемых помещениях при температуре не ниже 2 °С и не выше 10 °С.

Концентрат для напитка «Фруктовый» состоит из ароматической и экстрактивной частей. В состав экстрактивной части входят лимонная кислота, яблочный и виноградный осветленный соки, виноградное вакуум-сусло и красный краситель из ягод бузины, в состав ароматической части — малиновая и апельсиновая эссенции и экстракт ароматической части для производства «Вермута».

Экстрактивную часть разливают в автоцистерны, стеклянные

банки, металлические фляги, деревянные и металлические бочки, ароматическую — в стеклянные банки, металлические фляги и металлические бочки.

Концентрат для напитка «Пепси-Кола» состоит из ароматической части В-2-D и экстрактивной части АВ-DS. По внешнему виду часть В-2-D представляет собой прозрачную бесцветную жидкость, соответствующую напитку по аромату, на вкус кислую. Часть АВ-DS по внешнему виду густая темно-коричневая жидкость с горьковато-кислым вкусом. Концентрат напитка «Пепси-Кола» должен храниться при температуре от 7 до 36 °С в сухом помещении.

К числу концентратов (основ) для безалкогольных напитков относятся основы для напитков «Тропик», «Киви», «Ананас» и др., поставляемые из Германии. Эти концентраты представляют собой смесь растительных экстрактов, ароматизаторов (комбинация натуральных и идентичных натуральным душистых веществ), замутнителя (эфирные глицирина и пищевые жирные кислоты или продукты переработки пищевых жиров или модифицированной целлюлозы), красителей. Концентрат хранят при температуре от +20 до -5 °С.

Композиции напитков представляют собой смеси, содержащие все положенные по рецептурам компоненты купажного сиропа, за исключением сахарного сиропа и лимонной кислоты. К таким композициям отечественного производства относятся композиции напитков «Лимон», «Апельсин», «Саяны-тонизирующий», «Лимонад».

В композиции напитков «Лимон» и «Апельсин» входят соответственно лимонный и апельсиновый спиртовые настои и колер, в композицию напитка «Саяны-тонизирующий» — лимонный спиртовой настой, экстракт левзеи софлоровидной и колер, а в композицию напитка «Лимонад» — ароматическая композиция того же наименования и колер.

Композиции представляют собой темноокрашенные жидкости, длительная сохранность которых обеспечивается высоким содержанием спиртов во вносимых в них цитрусовых настоях. Содержание эфирных масел в композиции напитка «Лимон» должно быть 0,35%, в композиции напитка «Апельсин» — 0,4, а в композиции напитка «Саяны-тонизирующий» — 0,3%. Количество композиции 6...8 г должно полностью растворяться в 100 мл воды. В сухом помещении при температуре не ниже 2 °С и не выше 20 °С сохранность композиции гарантируется в течение 6 мес.

2.3.14. КОНСЕРВАНТЫ

Для повышения стойкости безалкогольных напитков применяют следующие химические консерванты: сорбиновую и аскорбиновую кислоты, бензоат натрия, юглон, плюмбагин.

Сорбиновая кислота оказывает подавляющее действие на дрожжи и плесени, которое усиливается в кислой среде. Однако при

высоком содержании микроорганизмов в напитке ее действие ослабевает. Сорбиновую кислоту добавляют в купаж в количестве 0,03% мас., что приводит к повышению стойкости напитка (до 20...23 сут).

Аскорбиновая кислота, обладающая антиокислительными свойствами, усиливает действие сорбиновой кислоты при совместном использовании. При введении в купажный сироп сорбиновой кислоты до 0,03% мас., аскорбиновой кислоты 0,005...0,01% мас. стойкость напитков увеличивается (до 20...30 сут).

Натриевую соль бензойной кислоты (бензоат натрия) разрешено применять для повышения стойкости напитков, приготовленных на плодово-ягодных соках. Количество ее не должно превышать 177 мг/л.

Юглон и плюмбагин, которые воздействуют на микрофлору безалкогольного напитка, увеличивают его стойкость (до 30 сут).

Юглон (5-окси-1,4-нафтохинон) в природе встречается в молодых побегах и скорлупе незрелых грецких орехов. Его получают химическим путем из динатриевой соли 1,5-нафталин-дисульфокислоты. Юглон имеет желто-оранжевый цвет и температуру плавления 140...155 °С. Малорастворим в воде, но растворяется в бензине, эфире, спирте и других растворителях. Юглон задают в неотфильтрованный купажный сироп, имеющий температуру не выше 40 °С, в количестве 0,7 г на 100 дал готового напитка; при этом купажный сироп с консервантом выдерживают в течение 2...4 ч. Остаточное количество его в напитке не должно быть выше 0,3 мг/л.

Плюмбагин (2-метил-5-окси-1,4-нафтахинон) получают из растительного сырья — декоративной травы цератостигмы. По внешнему виду — мелкие кристаллы желто-оранжевого цвета. Плюмбагин хорошо растворяется в 0,3%-ном водном растворе щелочи с приобретением малиново-красной окраски.

В напитках на плодово-ягодных соках раствор плюмбагина (0,7 г плюмбагина растворяют в 140 мл 96%-ного этилового спирта) вносят в охлажденный неотфильтрованный купажный сироп в количестве 140 мл на каждые 100 л сиропа. Для напитка на настоях и эссенциях раствор плюмбагина (0,62 г плюмбагина растворяют в 125 мл 96%-ного этилового спирта) задают в охлажденный неотфильтрованный купажный сироп из расчета 125 мл на каждые 100 л сиропа.

2.3.15. МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ

Для производства искусственных минеральных вод используют гидрокарбонат натрия, хлорид натрия, хлорид кальция кристаллический, хлорид магния, сульфат магния.

Гидрокарбонат натрия (NaHCO_3) представляет собой белый кристаллический порошок, выпускается I, II и III сортов, содержащих гидрокарбоната натрия соответственно 99,5; 99,0 и 98,5 % мас.

По органолептическим показателям хлорид натрия — кристаллический порошок белого цвета, без запаха, солоноватый на вкус; хлорид кальция кристаллический — бесцветные кристаллы горько-соленого вкуса, без запаха; хлорид магния и сульфат магния — белые кристаллы горько-соленого вкуса.

Эти соли в зависимости от состава подразделяются на следующие категории: химически чистые, чистые для анализа, чистые. В соответствии с этим делением содержание соли в них следующее (% мас.): хлорид натрия (NaCl) 99,8; 98,4; 97,7; хлорид кальция кристаллический ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 99; 97; 95; хлорид магния ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 98,5; 98; 97; сульфат магния ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 99,5; 99,5; 99.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие вы знаете виды сахара, применяемые в производстве безалкогольных напитков? 2. Какие заменители сахара предназначены в качестве сырья для безалкогольных напитков? 3. Какие плодово-ягодные полуфабрикаты пригодны для выработки безалкогольных напитков? 4. Какие и с какой целью используют пищевые кислоты для получения безалкогольных напитков? 5. Какие натуральные красители применяют в производстве безалкогольных напитков? 6. Что собой представляют индигокармин и тартразин? 7. Какие ароматические вещества необходимы для приготовления различных безалкогольных напитков? 8. С какой целью используют концентраты и композиции? Какие напитки получают с применением концентратов и композиций? 9. Какие вещества повышают стойкость напитков?

2.4. ВОДА И ВОДОПОДГОТОВКА

Вода — основное сырье, которое во многом обуславливает как протекание технологических процессов, так и качество готовых продуктов.

На отечественных солодовенных заводах потребление воды составляет 16...22 м³ на 1 т ячменя и зависит в первую очередь от смены воды в период замачивания, а также от степени поглощения ее зерном, способа проращивания зерна и его качества.

Пивоваренный завод, выпускающий 60% бутылочного и 40% бочкового пива, потребляет 0,13...0,26 м³ воды на 1 дал пива. Расход воды в производстве пива зависит от принятой технологии, используемого оборудования и схемы водоснабжения.

На заводах, производящих безалкогольные напитки, потребление воды зависит от рецептуры и технологии производства напитка, а также схемы водоснабжения. На отечественных заводах расход воды 0,166 и 0,020 м³/дал напитка (при отсутствии компрессорной установки). При производстве товарных сиропов расход воды 0,056 м³/дал.

Источники водоснабжения делятся на воды подземных месторождений (артезианские и грунтовые) и воды открытых водоемов.

Артезианские воды, залегающие в недрах земли на значительной глубине, не подвергаются воздействиям внешней среды и поверх-

ностных стоков, не содержат органических веществ, биологически чисты и обладают постоянным солевым составом.

Грунтовые воды, образующиеся главным образом из инфильтрующихся вод, просачивающихся атмосферных осадков и вод открытых водоемов, имеют менее постоянный и менее устойчивый солевой состав по сравнению с артезианскими водами. Минерализация их колеблется в пределах 100...200 мг/л, а содержание органических примесей — до 8 мг/л.

Открытые водоемы — наиболее распространенный источник промышленного водоснабжения, солевой состав воды и характер примесей, как правило, непостоянен и в течение года меняется в зависимости от атмосферных осадков и паводковых вод. Содержание солей в большинстве речных вод 40...700 мг/л, хотя вода отдельных рек характеризуется высокой минерализацией. Содержание органических примесей в водах открытых водоемов довольно велико — 2...150 мг/л.

2.4.1. СОЛЕВОЙ СОСТАВ ВОДЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Свойства воды определяются концентрацией и соотношением растворенных в ней солей, содержащихся в виде катионов и анионов. Из катионов наибольшее практическое значение имеют H^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} ; из анионов — OH^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- .

В молекулярном и коллоидном состоянии находятся органические вещества, а также растворенные в воде газы CO_2 , O_2 , N_2 .

Жесткость воды характеризуется присутствием ионов кальция и магния. Этот показатель принимают во внимание при оценке воды для практического использования. Различают следующие виды жесткости воды:

общую, обусловленную содержанием в воде всех солей кальция и магния — $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$, $CaCl_2$, $MgCl_2$;

карбонатную, или временную, обусловленную наличием в воде гидрокарбонатов (солей HCO_3) кальция и магния, удаляемых при кипячении вследствие разрушения и перехода в слабо растворимые карбонаты, выпадающие в осадок;

некарбонатную, или постоянную, оставшуюся в воде после удаления из нее гидрокарбонатов.

Общая щелочность зависит от наличия в воде гидроксидов, карбонатов и гидрокарбонатов кальция, магния и натрия; определяют ее для того, чтобы установить пригодность воды для пивоваренного производства.

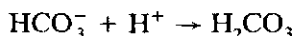
О загрязненности воды органическими веществами судят по показателю окисляемости. При оценке пригодности воды для технологических целей принимается во внимание не только химический

состав, но и бактериальный, так как воду используют для мойки технологического оборудования, емкостей, помещений и т. п.

Некоторые катионы и анионы изменяют рН затора, сусла и пива, что сказывается на протекании ферментативных процессов в производстве пива.

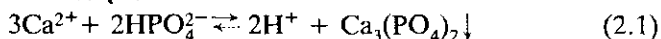
Ионы солей также могут влиять на ход брожения, вкус и стойкость пива.

Рассмотрим ионы, изменяющие рН среды. Гидрокарбонат-ионы реагируют с Н-катионами, поступающими из солода, и образуют угольную кислоту:



Малая степень диссоциации угольной кислоты обуславливает сдвиг значения рН в щелочную сторону, что приводит к ухудшению осахаривания заторов, снижению экстрактивности сусла, увеличению продолжительности фильтрования, выщелачиванию дубильных и красящих веществ.

Благоприятное влияние ионов кальция и магния заключается в их способности сдвигать показатель рН в кислую сторону. Ионы кальция взаимодействуют с вторичным фосфатом солода и переводят в осадок сильнощелочной третичный фосфат кальция, освобождая при этом ион водорода:



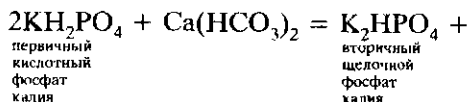
Подобная реакция происходит также между ионами магния и фосфатами. При охлаждении сусла третичный фосфат магния частично растворяется и частично становится снова вторичным фосфатом, поэтому значение рН горячего сусла более низкое, чем холодного. Следовательно, подкисляющее действие ионов магния меньше, чем ионов кальция, примерно в 2 раза.

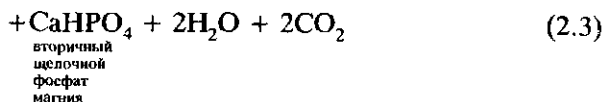
Подкисляющее действие ионов кальция и магния объясняется также их взаимодействием с белковыми веществами или продуктами распада белка, в результате чего образуется протеинат и высвобождаются ионы водорода:



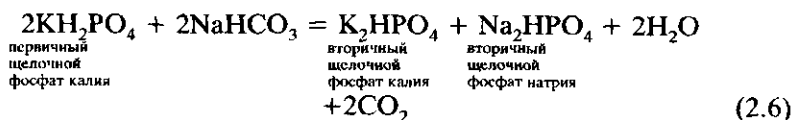
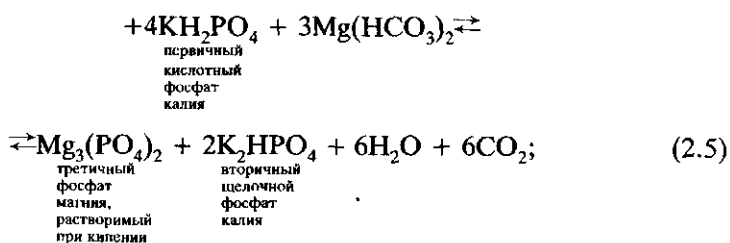
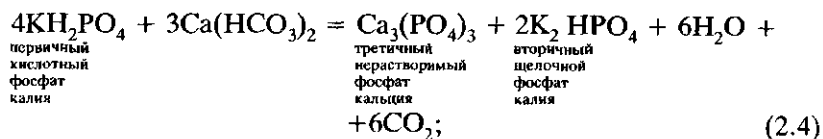
Эта реакция протекает уже при комнатной температуре и характерна для процесса варки сусла. Протеинат магния более диссоциирован, чем протеинат кальция, т. е. магний дает меньшую кислотность в реакции с белками, чем кальций.

Отрицательное воздействие на активную кислотность среды небольшого количества гидрокарбонатов кальция (или магния) поясняется уравнением



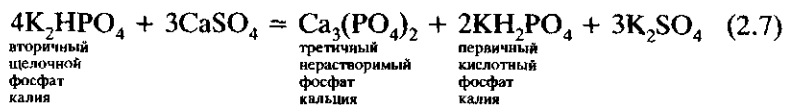


Реакции при большом количестве кальция, магния, натрия:



Из двух щелочных фосфатов, образующихся по реакции (2.4), наиболее нежелателен для технологии пива вторичный фосфат натрия.

Благоприятное влияние на активную кислотность среды оказывают сульфаты и хлориды кальция и магния по уравнению



В табл. 2.3 показано влияние солей, находящихся в воде, на технологические процессы производства пива.

На основании сведений об отрицательном действии на pH среды ионов гидрокарбоната и положительном — ионов кальция и магния установили показатель — остаточная щелочность. Значение его определяют, исходя из того, что для компенсации ионов HCO_3^- необходимо три иона кальция. При этом реакция обмена происходит не в точном количественном соотношении, фактически требуется 3,5 эквивалента. Таким образом, в процессе затирания для компенсации 1 мг-экв/л щелочности требуется 3,5 мг-экв/л кальция.

2.3. Воздействие ионов солей воды на технологию и качество солода и пива

Ион	Влияние на технологию	Концентрация			
		Оптимальная		Предельная	
		мг·экв/л	мг/л	мг·экв/л	мг/л
Ca ²⁺	Способствует достижению благоприятного значения pH среды, стимулирует активность протеолитических и амилитических ферментов, ускоряет процесс фильтрования затора, коагуляции высокомолекулярных белков при кипячении сусла, стимулирует флокуляцию дрожжей в процессе брожения, удаляет щавелевую кислоту и тем самым повышает стабильность пива. Защищает фермент α-амилазу от температурной инактивации	3,0...5,0	60...100	14	281
Mg ²⁺	Действует аналогично кальцию, но в 2 раза слабее. Является важным Ко-ферментом брожения, катализирует реакцию декарбоксилирования пировиноградной кислоты и образование ацетальдегида и диоксида углерода. В предельной концентрации понижает пеностойкость и вкус пива	1,5...4,0	20...50	14	170
Ca ²⁺ /Mg ²⁺	Изменение во вкусе пива характеризуется данным соотношением, предельное значение его указывает на неприятный вкус	15/3,8=4:1	299,6/46,4=6:1	3,5/3,1=1:1	70/37,1=2:1
Na ⁺	Обуславливает слегка кисло-солёный вкус. В соединении с хлоридами создает лучший вкус пива, чем с сульфатами. Даже при незначительных концентрациях нельзя получить пиво с тонким вкусом	—	—	15	345
Fe ²⁺ , Fe ³⁺	Двухвалентное железо в присутствии кислорода переходит в трехвалентное. В процессе замачивания зерна придает солоду серую окраску. Затрудняет процесс осахаривания, обуславливает плохое осветление сусла, потемнение дрожжей и их дегенерацию, вызывает помутнение и чернильный привкус пива	—	—	—	2...3
Mn ²⁺	Предельное содержание ухудшает процесс брожения. Вызывает изменение окраски солода и пива	—	—	—	0,5

Ион	Влияние на технологию	Концентрация			
		Оптимальная		Предельная	
		мг·эquiv/л	мг/л	мг·эquiv/л	мг/л
Cu^{2+}	Вызывает отравление дрожжей и помутнение пива	—	—	—	1
NH_4^+	Является показателем загрязненности воды продуктами разложения органических веществ	—	—	—	0,5
HCO_3^-	Устраняет благоприятное действие кальция и магния, сдвигая pH среды в щелочную сторону, что затрудняет проведение затирания, фильтрования и приводит к уменьшению экстрактивности и увеличению цветности сусле и пива. Превышение предельной концентрации исключает также применение воды для промывки солодовой дробины	—	—	0,8...3,5	50...214
Cl^-	Предельная концентрация замедляет процесс замачивания и проращивания зерна, ухудшает затирание, брожение и флокуляцию дрожжей. В оптимальной концентрации придает пиву бархатистый тон, улучшает осветление и коллоидную стабильность пива	2,8...8,5	100...300	9,9...15,5	350...550
SO_4^{2-}	Благоприятно влияет на гидролиз крахмала и белков, фильтрование затора, но придает пиву горький и сухой привкус, характерный для сильноохмеленных напитков	—	—	8,8...10,4	423...500
NO_2^-	Указывает на проникновение инфильтрационных сточных вод. Токсичен для дрожжей. При взаимодействии с полифенольными веществами придает пиву красноватый цвет	—	—	—	10
NO_3^-	Присутствует как продукт окисления нитрат-ионов и свидетельствует о загрязнении воды продуктами гниения. Восстановленный дрожжами в нитрит-ион обуславливает в пиве привкус фенола. Предельное содержание замедляет процесс брожения	—	—	—	25...30
SiO_3^{2-}	При превышении предельного содержания замедляется процесс брожения, ухудшается вкус пива, образуются комплексные соединения с кальцием и магнием, что может оказаться причиной помутнения и образования	—	—	—	30...40

Сусло, приготовленное на воде с нулевой остаточной щелочностью, имеет то же значение рН, что и сусло на дистиллированной воде, в то время как при остаточной щелочности 3,57 мг·эquiv/л наблюдается сдвиг рН среды в щелочную сторону на 0,3 ед. Остаточная щелочность не должна превышать 1,8 мг·эquiv/л.

Кроме того, предложено характеризовать воду по показателю Пщ — пригодность по щелочности, равному отношению ионов кальция к общей щелочности: $Пщ = Ca^{2+}/Щ$. Если $Пщ \geq 1$, то не требуется предварительно обрабатывать воду.

Данные о влиянии ионов воды на технологические процессы солодовенного и пивоваренного производств и качество готового продукта позволили нормировать показатели воды, дополняющие требования стандарта.

Содержание солей жесткости, хлоридов, сульфатов, сухого остатка в воде и щелочность в первую очередь влияют на качество безалкогольных напитков.

Щелочность воды снижает кислотность напитка, поэтому необходимо увеличить количество лимонной кислоты, добавляемой в сахарный сироп. Расход лимонной кислоты также увеличивается при превышении допустимых пределов общей жесткости, так как гидрокарбонаты кальция и магния взаимодействуют с пектиновыми и дубильными веществами соков, образуя при этом комплексные соединения, вызывающие помутнение напитка. Сульфаты и хлориды участвуют в формировании вкуса напитка. Наряду с этим нельзя недооценивать общее содержание солей (сухой остаток), которые участвуют в образовании вкуса, а также обуславливают выпадение осадка, химическую нестабильность, изменение внешнего вида напитка и т. д.

2.4.2. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ

На технологические процессы получения солода влияют лишь отдельные ионы, содержание которых в воде ограничено. Специфическое воздействие некоторых ионов воды не учтено в требованиях стандарта на питьевую воду для пивоваренного производства. Поэтому эти требования были дополнены отдельными показателями, важными для технологии, особенно светлых сортов пива.

Некоторые требования к воде для солодовенного производства приведены ниже.

Предельно допустимая концентрация отдельных элементов в воде, мг/л

Железо ($Fe^{2+} + Fe^{3+}$)	2...3
Марганец (Mn^{2+})	0,5
Хлориды (Cl^{-})	350
Фенолы	0,001

Предельные нормы качества воды для пива

Общая жесткость, мг·эquiv/л	14
Содержание, мг/л:	
хлоридов	350
сульфатов	500
железа	0,3
нитратов	10
Соотношение кальций : магний	Не менее 1:1
Остаточная щелочность, мг·эquiv/л	1,8
Коли-титр	Не менее 300

Вода для безалкогольных напитков так же, как и для пива, должна удовлетворять требованиям стандарта на питьевую воду с учетом дополнительных требований: общая жесткость не более 4 мг·эquiv/л; содержание железа, марганца, алюминия не более 0,1 мг/л каждого, общая щелочность не более 2 мг·эquiv/л.

Благодаря установлению норм солевого состава воды можно в каждом отдельном случае решать вопрос о применении ее для производства солода, пива и безалкогольных напитков без предварительной подготовки, выбирать рациональный метод кондиционирования ее состава.

2.4.3. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Из воды для замачивания ячменя следует удалить соли железа и марганца, из воды для получения пива — в первую очередь ионы гидрокарбонатов и натрия, для изготовления напитков — ионы кальция и магния и гидрокарбонаты.

Рекомендуются следующие способы обработки производственной воды: нейтрализация кислотами; внесение сульфата и хлорида кальция; кондиционирование реагентным или ионообменным способом, методами электродиализа и обратного осмоса.

Нейтрализация гидрокарбонатов серной, соляной, фосфорной или молочной кислотами — простейший способ устранения щелочности воды. Использование серной и соляной кислоты возможно, если в воде имеется незначительное количество сульфатов или хлоридов, а применение молочной кислоты — при содержании в воде небольшого количества гидрокарбонатов натрия, так как при этом образуются лактаты, имеющие щелочной характер. Фосфорная кислота непригодна, если в воде накапливаются буферные соли в количестве, препятствующем изменению рН среды. Основным недостатком способа нейтрализации воды кислотами — образование свободного диоксида углерода, вызывающего коррозию оборудования.

Внесение в воду сульфата или хлорида кальция — способ, которым можно понижать рН сула и пива, но при этом ионы кальция вместе с фосфатами выпадают в осадок, понижая тем самым буфер-

ность сула, что приводит при брожении к более значительному сдвигу рН в кислую сторону.

Реагентные способы умягчения применяют редко; они основаны на переводе растворенных в воде солей кальция и магния при помощи химических реагентов в нерастворимые соединения с выделением их отстаиванием и фильтрованием. Из реагентных способов в пивоваренном производстве используют декарбонизационный (известковый) и декарбонизационно-карбонатный (известково-содовый).

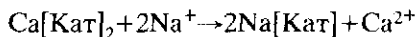
Цель декарбонизации воды — снизить некарбонатную жесткость и щелочность воды путем добавления гидроксида кальция (извести).

Установки для обработки воды реагентными способами работают по следующей схеме: гидроксид кальция добавляется в исходную воду в виде насыщенной гидроксидкальциевой воды, приготовленной в сатураторе. В больших отстойниках вода отделяется от осадка и фильтруется через фильтр с гравием для окончательного осветления.

Способы обработки воды с помощью гидроксида кальция характеризуются небольшими затратами и возможностью устранения железа и марганца. Однако необходимо учитывать, что вследствие значительных размеров емкостей требуются большие производственные площади. Кроме того, образуется большое количество щелочных сточных вод с содержанием твердых частиц, а также шлама при использовании реактора. Основной недостаток реагентных способов умягчения — невозможность удалить из воды гидрокарбонаты натрия, являющиеся наиболее вредной солью для пивоваренного производства.

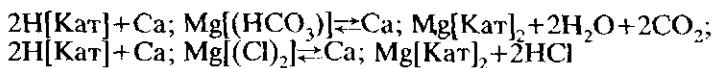
Ионообменный способ обработки воды основан на использовании ионитов. Иониты — материалы, обладающие свойством обменивать входящие в их состав ионы на ионы, присутствующие в растворе. Различают катиониты, обладающие способностью обменивать положительные ионы кальция или водорода на содержащиеся в воде ионы натрия и магния, и аниониты, которые обменивают отрицательные ионы воды (хлориды, сульфаты).

Автор данного учебника разработал и рекомендовал обрабатывать воду с повышенной минерализацией методом кальций-катионирования согласно реакции



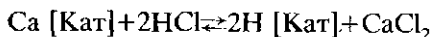
Предложены схемы параллельного и последовательного водород-кальций-катионирования, по которым предусматривается пропуск исходной воды через фильтры, загруженные катионитами, заряженными ионами водорода и кальция.

При фильтрации воды через водород-катионит все катионы растворенных в воде солей будут поглощаться катионитом, т. е. в воду будет переходить эквивалентное количество Н-ионов согласно реакциям:



Кислотность воды, прошедшей через Н-катионитовый фильтр, будет равна сумме концентраций в исходной воде солей сильных кислот.

При последующем пропуске водород-катионированной воды через кальций-катионит будет происходить реакция обмена между кальций-катионитом и кислотой:



При параллельном водород-кальций-катионировании проводят смешивание кальций-катионированной и водород-катионированной воды.

В результате последовательного или параллельного водород-кальций-катионирования в воде будут находиться соли кальция в виде хлоридов и сульфатов.

Применяя эти схемы, можно снизить щелочность воды, обусловленную наличием гидрокарбонатов кальция, магния, натрия, и повысить накопление в обработанной воде солей кальция, благоприятных для технологии пива. Кроме того, эти схемы универсальны, т. е. применимы к воде различных типов, но особенно хороший эффект наблюдается при обработке гидрокарбонатных вод. Этим методом можно также уменьшить концентрацию железа в воде до 0,05 мг/л.

Ионообменными методами не всегда удается получить воду с составом солей, оптимальным для технологии пива. В таких случаях предложено обрабатывать воду методом электродиализа, перспективен также метод обратного осмоса.

Метод электродиализа — это обессоливание воды посредством разделения положительных и отрицательных ионов с помощью ионитовых мембран. Эти мембраны при прохождении постоянного электрического тока пропускают ионы из обрабатываемого раствора, находящегося по одну сторону мембран, к концентрированному раствору, располагающемуся по другую сторону их. Применение этого метода сопряжено с трудностями, вызванными необходимостью предварительной очистки обрабатываемой воды, так как вследствие осаждения слабо растворимых солей и засорения мембран коллоидными массами снижается эффективность работы электродиализных аппаратов. Кроме того, эксплуатация этих аппаратов сопряжена со значительным расходом электроэнергии.

Метод обратного осмоса наиболее перспективный для пивоваренного производства. При обессоливании воды этим методом жидкость нагнетают через полупроницаемые мембраны; они пропускают растворитель (воду), но задерживают растворенные вещества (гидратированные ионы солей и молекулы органических соедине-

ний). В процессе обратноосмотической обработки исходная вода под давлением, превышающим осмотическое, подается в аппарат; из него выходят два потока: фильтрат, очищенный от растворенных веществ, и концентрат с увеличенным по сравнению с исходной жидкостью содержанием растворенных веществ. Следовательно, чтобы предотвратить загрязнение полупроницаемых мембран, от них отводят задерживаемые вещества, которые не сорбируются ни на их поверхности, ни в их объеме.

Полупроницаемые мембраны — основная часть обратноосмотического аппарата, они обуславливают эффективность его работы. Качество полупроницаемых мембран оценивают по значениям производительности и селективности.

Изготавливают полупроницаемые мембраны из различных материалов: пористого стекла, графита, полиамида, ацетилцеллюлозы, полиакрилонитрила и др.

По форме мембраны делятся на листовые, трубчатые и выполненные в виде полого волокна. Применяют листовые и трубчатые ацетилцеллюлозные мембраны, а также мембраны в виде полых волокон, изготовленных из ацетилцеллюлозы и ароматических полиамидов.

В нашей стране выпускают мембраны марок МГА (мембраны гиперфильтрационные ацетатные) и УАМ (ультрафильтрационные ацетатные мембраны), которые рекомендуют к применению для обработки растворов, имеющих рН 5...8. Выпускают эти мембраны в виде ленты длиной до 25 м, шириной 0,4 м и толщиной в среднем 110 мкм. Предельно допустимое давление жидкости для мембран марок МГА—10 МПа, а для УАМ — 1 МПа.

Установки для обратного осмоса независимо от типа применяемых аппаратов состоят из отдельных функциональных блоков: гидравлического, состоящего из мембранных аппаратов, насосов и трубопроводов с арматурой; автоматики, включающего исполнительные и измерительные приборы, датчики; электрического, состоящего из пульта управления, двигателей насосов, приборов электропитания; предварительной обработки воды, включающего механические фильтры для удаления взвешенных веществ, устройства для обезжелезивания, дозаторы для ввода добавок химических веществ и т. д.

В России выпускают установки, работающие по принципу обратного осмоса, в двух модификациях: УГ-1 и УГ-10 производительностью соответственно 1 и 10 м³/сут.

В настоящее время метод обратного осмоса не находит широкого распространения из-за ограниченного срока службы современных ацетилцеллюлозных мембран, производительность которых в течение года снижается почти в 1,5...2 раза. Это обусловлено такими факторами, как постепенное уплотнение структуры мембраны под действием высокого давления, загрязнение ее поверхности, образо-

вание труднорастворимого осадка, наличие в исходном растворе абразивных частиц, бактерий и т. д. Кроме того, в нашей стране производительность установок не превышает 10 м³/сут, а экономически целесообразно использовать установки производительностью от 100 м³/сут. Использование обратноосмотического метода в пивоварении сопряжено с дополнительным введением в обессоленную воду солей, наиболее благоприятных для технологии пива.

Удаление железа производят из воды подземных источников, в которой наиболее часто содержится гидрокарбонат железа Fe(HCO₃)₂, и из поверхностных вод, где железо находится в виде растворенных органических комплексных соединений, преимущественно коллоидных, а также в виде сульфата FeSO₄ и сульфида FeS железа. Из подземных вод железо наиболее часто удаляют аэрированием, а из поверхностных — коагулированием. Декарбонизирование и катионирование применяют, когда необходимо кондиционировать состав воды не только по содержанию железа, но и по другим показателям.

Аэрированием удаляется гидрокарбонат железа, который легко гидролизуется, и получается гидроокись железа Fe(OH)₂, которая при окислении кислородом воздуха переходит в гидроокись железа Fe(OH)₃ и выделяется в виде хлопьев. Процесс окисления двухвалентного железа в трехвалентное замедляется при pH ниже 6, поэтому воздух вводят в воду в количестве, способствующем удалению не только железа, но и диоксида углерода. Если pH воды после гидролиза не падает ниже 7, воздух вводят в количестве, необходимом лишь для окисления.

Обычно в состав установки для обезжелезивания подземных вод входит следующее оборудование: специальное устройство для введения в воду окислителя; контактный резервуар или контактный фильтр, заполненный песком; осветлительные фильтры для удаления выпавшей в осадок гидроокиси железа. При содержании в воде железа до 10 мг/л контактный резервуар не применяют.

Железо, находящееся в поверхностных водах в виде тонкодисперсной взвеси, коллоидов и комплексных органических соединений, хорошо удаляется с помощью коагулянта (сульфата алюминия, железного или смешанного), а в некоторых случаях для разрушения органических веществ применяют хлор, озон или перманганат калия KMnO₄. Установки для удаления железа из поверхностных вод не отличаются от обычных станций осветления маломутных вод. Вода в этом случае обезжелезивается по схеме коагуляция — осветление в осветлителях и на фильтрах. Выбору метода обезжелезивания воды должно предшествовать ее пробное обезжелезивание.

Декарбонизация и катионирование воды — наиболее универсальные, но в то же время наиболее дорогие методы обезжелезивания воды.

Способы кондиционирования воды для безалкогольных напитков

ков предусматривают очистку воды от взвешенных частиц методом фильтрации, умягчение воды методом осаждения или методом ионного обмена, хлорирование и последующее дехлорирование воды.

На заводах безалкогольных напитков используют метод ионного обмена, предусматривающий умягчение воды по схеме Na-катионирования, H-катионирования, а также параллельное и последовательное Na- и H-катионирование.

На зарубежных заводах после умягчения воду хлорируют до концентрации активного хлора 6...10 мг/л. При этом разрушаются органические вещества, выпадают в осадок грубодисперсные примеси, происходит обесцвечивание и стерилизация воды. Для удаления остаточного активного хлора, отрицательно влияющего на качество напитка, воду обрабатывают активным углем с последующей фильтрацией через механический фильтр.

При производстве напитка «Пепси-Кола» воду сначала осветляют, затем умягчают, хлорируют, дехлорируют с помощью активного угля и осветляют на песочных фильтрах.

Для отечественных заводов разработана подобная схема, по которой воду умягчают методом H-катионирования, используя в качестве катионита ионообменную смолу КУ-2-8чс, которую регенерируют серной кислотой. Умягченную воду затем обрабатывают хлорной известью, дехлорируют путем обработки активным углем марки БАУ и осветляют на керамических свечных фильтрах.

Керамический фильтр предназначен для биологической очистки воды. Он представляет собой металлический корпус с герметически закрывающейся крышкой и решеткой внутри его, на которой закреплены пористые керамические свечи с порами размером около 1,5 мкм. Керамическая свеча — полый, закрытый с нижнего конца цилиндр. Верхний конец свечи снабжен металлической головкой с отверстием.

Фильтрация в керамическом фильтре протекает следующим образом. Вода под давлением 0,03...0,035 МПа попадает внутрь корпуса фильтра и проникает через поры свечей внутрь их, оставляя на наружной поверхности свечей все мелкие частицы, в том числе микроорганизмы. Из свечей через отверстия в их головках вода попадает в верхнюю часть корпуса, из которого отводится в производственные сборники.

На заводах безалкогольных напитков применяют метод обработки воды ультрафиолетовыми лучами. Метод основан на способности лучей с длиной волн 200...295 нм уничтожать все виды бактерий и спор за несколько минут облучения. В результате фотохимического действия ультрафиолетовых лучей на белковые коллоиды протоплазмы клеток изменяются их структура и дисперсность, вследствие чего бактерии погибают.

Эффективность бактерицидного действия ультрафиолетовых

лучей зависит от продолжительности и интенсивности облучения, а также от наличия взвесей и коллоидных примесей в воде. Взвешенные и коллоидные частицы рассеивают свет и препятствуют проникновению лучей в толщу воды. Из бактерий наибольшей сопротивляемостью бактерицидному облучению обладают бактерии кишечной палочки. Поэтому наличие или отсутствие кишечной палочки может служить показателем эффекта обеззараживания воды, загрязненной патогенными неспорообразующими бактериями.

В качестве источника ультрафиолетовых лучей используют ртутно-кварцевые и аргонортутные лампы, которые устанавливают в аппаратах для облучения на пути движения воды. Различают аппараты с погружными и непогружными источниками излучения ультрафиолетовых лучей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое количество воды расходуют на производство солода, пива и безалкогольных напитков? 2. Какие источники промышленного водоснабжения вы знаете? 3. Как влияет солевой состав воды на протекание технологических процессов? 4. Какие требования предъявляют к качеству воды? 5. Какие способы обработки воды вы знаете? 6. Как обрабатывают воду методом обратного осмоса?

2. 5. ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И КОМПОЗИЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛОДА, ПИВА И КВАСА

В пивобезалкогольной промышленности используют ферментные препараты, получаемые из культур микроорганизмов и содержащие в своем составе наряду с ферментами балластные вещества. Благодаря применению ферментных препаратов ускоряется протекание технологических процессов, повышаются выход и качество готовой продукции.

2.5.1. ПРОДУЦЕНТЫ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Для производства ферментных препаратов выращивают биомассу микроорганизмов (продуцент), используя твердую или жидкую питательную среду. В качестве продуцентов ферментов могут быть использованы животные организмы, растения и микроорганизмы.

В некоторых растениях содержится сравнительно много ферментов. Они сосредоточены в листьях, стеблях, корнях, плодах и прорастающих семенах. Протеолитические ферменты в больших количествах получают из тропических растений: дынного дерева, инжира и ананаса.

Источником ферментов может быть зерно различных злаковых культур (просо, ячмень, рожь, овес), но для получения ферментов

требуется вывести зерно из состояния покоя и заставить его расти. Проросшее зерно, т. е. солод, можно использовать непосредственно как технический ферментный препарат или как исходное сырье для получения очищенных ферментных препаратов.

Богаты ферментами некоторые органы и ткани животных. На мясоперерабатывающих комбинатах специально собирают сырье, содержащее ферменты, консервируют его и направляют для получения ферментных препаратов. К такому сырью относятся поджелудочная железа, слизистые оболочки свиных желудков, тонких кишок и сычугов крупного рогатого скота, семенники половозрелых животных.

Промышленное производство ферментных препаратов из растительного и животного сырья сдерживается ограниченностью сырьевых ресурсов и относительно небольшим ассортиментом ферментов, которые могут быть из него получены.

В промышленности все шире применяют ферментные препараты, получаемые из культур микроорганизмов, в частности плесневых грибов или бактерий. Преимущества микробных ферментных препаратов перед другими следующие:

простота и дешевизна выращивания микроорганизмов по сравнению с выращиванием животных и высших растений (для получения поколения микробных клеток в благоприятных условиях роста требуется 20...30 мин, урожай растения можно собрать только 1...2 раза в год, а чтобы получить потомство животных, требуется 2...3 года);

наличие у микроорганизмов таких ферментов, которые отсутствуют у животных и высших растений;

высокая активность микробных ферментов;

возможность при изменении условий выращивания микроорганизмов изменять (усиливать или ослаблять) их ферментные системы.

Основными промышленными микроорганизмами для производства ферментных препаратов являются плесневые грибы из рода аспергиллов: *Asp. oryzae*, *Asp. awamori*, *Asp. niger* и др. Они продуцируют различные ферменты, в частности амилолитические, протеолитические и пектолитические. Эти ферменты способны продуцировать также бактерии видов *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus* и др. Способностью активно продуцировать цитолитические, амилолитические и протеолитические ферменты обладают представители ряда несовершенных грибов родов *Alternaria*, *Trichoderma*, *Trichotecium* и др.

В производстве ферментных препаратов применяют питательные среды, богатые углеводородами, азотистыми и минеральными веществами, витаминами. Кроме того, используют комплексные среды, состоящие из смеси синтетических сред с естественными материалами растительного, животного и микробного происхождения.

2.5.2. СПОСОБЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОДУЦЕНТОВ ФЕРМЕНТОВ

Культивирование продуцентов ферментов ведут поверхностным и глубинным способами.

При поверхностном способе микроорганизмы выращивают на поверхности твердых и сыпучих субстратов. Этим способом в основном выращивают плесневые грибы. Выращивание плесневых грибов на жидком субстрате поверхностным способом для накопления амилолитических ферментов не применяется, так как содержащиеся в питательной среде сахара в этих условиях превращаются в карбоновые кислоты, инактивирующие амилазу. Плесневые грибы являются аэробными и влаголюбивыми микроорганизмами. Высокая влажность воздуха благоприятно сказывается на их развитии. Оптимальная температура для развития плесневых грибов должна быть 28...30 °С, а относительная влажность среды 60...70%.

Глубинный способ характеризуется выращиванием микроорганизмов внутри жидкой питательной среды при продувании воздуха. Способ применяется при использовании в качестве продуцентов ферментов бактерий и других микроорганизмов, способных интенсивно развиваться в условиях недостаточного контакта клеток с кислородом. Однако он может быть использован и для культивирования аэробных микроорганизмов, но в этом случае необходимо интенсивно аэрировать среду. При этом способе плесневые грибы выращивают при температуре среды 28...32 °С и рН 6...8 в зависимости от вида гриба.

При поверхностном и глубинном способах культивирования, например, плесневых грибов микроорганизмы синтезируют различные ферменты в определенной последовательности. Вначале накапливается максимальное количество амилаз в течение 21...30 ч, а затем через 18 ч происходит образование цитолитических ферментов.

Каждый из указанных способов имеет свои достоинства и недостатки. Поверхностный способ прост в аппаратном оформлении, выросшую культуру легко высушить, в сухом состоянии она хорошо хранится и транспортируется.

Преимущество поверхностного способа состоит и в том, что концентрация ферментов, образующихся в поверхностных культурах, во много раз выше, чем в фильтрах глубинных культур. Однако поверхностный способ трудно поддается механизации, требует значительных затрат ручного труда.

Глубинный способ легко механизировать и автоматизировать. Недостатки глубинного способа — необходимость соблюдения строго стерильных условий культивирования при энергичной аэрации среды и использование сложной аппаратуры. В целом следует отметить, что глубинный способ выращивания более перспективный, чем поверхностный.

2.5.3. НОМЕНКЛАТУРА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

В основу наименования ферментных препаратов положено сокращенное название основного фермента, активность которого в препарате превалирует, и видовое название микроорганизма, продуцирующего данные ферменты. Наименование препарата оканчивается на «ин». Так, препарат, в котором основным ферментом является амилаза, полученная при культивировании плесневого гриба *Asp. oryzae*, называется Амилоризином. В наименовании препарата также отражается способ культивирования микроорганизмов. При поверхностном способе культивирования после названия ставится буква П, а при глубинном — Г. Буква х обозначает степень концентрирования. Цифра перед буквой х указывает на степень очистки препарата.

Промышленность вырабатывает ферментные препараты со следующими индексами:

Пх и Гх — сухие культуры микроорганизмов без какой-либо очистки;

П2х и Г2х — технические препараты в виде концентрированных сиропов;

П3х и Г3х — технические препараты в виде порошка, полученные путем концентрирования экстракта культуры, культуральной жидкости или ее фильтрата в вакуум-выпарных установках с последующей сушкой концентратов на распылительной сушилке;

П10х и Г10х — очищенные препараты в виде порошка, полученные осаждением этиловым спиртом, ацетоном и другими растворителями из диффузионной вытяжки или концентрата культуральной жидкости, полученного при вакуум-выпаривании;

П15х и Г15х — очищенные препараты в виде порошка, полученные осаждением сульфатом аммония из диффузионной вытяжки или концентрата культуральной жидкости, полученного при вакуум-выпаривании;

П20х, П30х, Г20х, Г30х — высокоочищенные препараты, полученные путем концентрирования и очистки диффузионных экстрактов или культуральных жидкостей на ультрафильтрационных установках с последующей сушкой концентратов на распылительных сушилках, отличаются друг от друга степенью очистки.

В пивобезалкогольной промышленности разрешено использовать только очищенные ферментные препараты.

Ферментные препараты характеризуются как по виду, так и по степени ферментативной способности (активности).

Виды ферментативной активности: амилалитическая способность (АС); протеолитическая способность (ПС); пектолитическая способность (ПКС); осаживающая способность (ОС) и др.

Ферментативная активность выражается в единицах на 1 г препарата (ед/г ферментного препарата). За единицу активности прини-

мается количество препарата, которое катализирует расщепление 1 г соответствующего субстрата при строго определенных условиях проведения определения.

За единицу АС принято такое количество ферментного препарата, которое катализирует расщепление 1 г растворимого крахмала за 1 ч при температуре 30 °С и рН 4,7.

За единицу ПС принято такое количество ферментного препарата, которое катализирует гидролиз 1 г казеина за 1 ч при температуре 30 °С и рН 7,5.

За единицу ОС принято такое количество ферментного препарата, которое в строго определенных условиях за 1 ч при температуре 30 °С катализирует расщепление до восстанавливающих сахаров (мальтозы, глюкозы) 1 г растворимого крахмала.

2.5.4. ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ И МУЛЬТИЭНЗИМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

В производстве пива, безалкогольных напитков и кваса применяются отечественные ферментные препараты, которые условно можно разделить на амилолитические, протеолитические и цитолитические, а также мультиэнзимные композиции.

Амилолитические ферментные препараты. *Амилоризин Пх*, *Амилоризин П10х* и *Амилоризин П25х* различаются между собой по степени очистки и активности. Препараты представляют собой продукты из культуры плесневого гриба, выращенного поверхностным способом на пшеничных отрубях. Массовая доля влаги порошка не более 13%. Препараты хорошо растворимы в воде, без посторонних запахов и вкуса. Амилоризин Пх и Амилоризин П10х применяют в процессе затирания в случае замены части солода несоложенным материалом или использования солода низкого качества. Эти препараты увеличивают выход экстракта. Кроме того, Амилоризин П10х и Амилоризин П25х могут повышать степень сбраживания сусла.

Все три препарата содержат комплекс ферментов, наибольшее значение из которых имеет α -амилаза, а также экзопептидазы и ферменты, гидролизующие некрахмальные полисахариды (экзо- и эндо- β -глюканаза, ксиланаза, β -глюкозидаза и др.).

Амилоризин Пх представляет собой мелкозернистый продукт светло-серого или бежевого цвета. Размер частиц препарата не должен превышать 5 мм. Амилолитическая способность препаратов (ед/г): I сорт — 250; II сорт — 200; III сорт — 150. Осахаривающая способность препарата всех трех сортов должна быть не менее 10 ед/г, а протеолитическая способность не менее 0,5 ед/г. Препарат поступает упакованным в бумажные мешки массой 15...25 кг. Хранят его при температуре не выше 25 °С и относительной влажности не выше 75%.

Амилоризин П10х — очищенный ферментный препарат, по внешнему виду это порошок светло-серого или бежевого цвета. Степень измельчения препарата характеризуется данными ситового анализа: проход через сито № 38 должен быть не менее 65%, а остаток на сите № 27 — не более 20%. Амилолитическая способность препарата не менее 2000 ед/г. Препарат поступает упакованным в полиэтиленовую тару массой до 2 кг или в металлические банки с герметически закрытой крышкой. Хранят его при температуре не выше 25 °С.

Амилоризин П25х — очищенный ферментный препарат, имеющий такие же свойства, как и Амилоризин П10х. Амилолитическая способность препарата 2000 ед/г.

Амилосубтилин Г10х и Амилосубтилин Г20х различаются между собой по степени очистки и активности. Эти препараты — продукты из культуры бактерий, выращенных глубинным способом на кукурузной муке, крахмале, неорганических и органических источниках азота и других компонентов среды. Препараты рекомендуются применять при затирании, если используют повышенное количество несоложенных материалов или солод низкого качества. Препараты наряду с активной α -амилазой также содержат экзо- β -глюканазу, эндопептидазу и в меньшей степени другие ферменты.

Оптимум действия ферментного комплекса находится в пределах рН 5,4...6,0, осаживающая же активность наиболее полно проявляется при рН 6,3...6,6. Бактериальная α -амилаза по сравнению с грибной обладает высокой термостабильностью, тогда как грибная почти полностью теряет активность при температуре 63...71 °С.

Амилосубтилин Г10х представляет собой мелкоизмельченный порошок светло-серого или бежевого цвета. Проход его через сито № 38 не менее 65%, а остаток на сите № 27 не более 20%. Амилолитическая способность (АС) препарата не менее 3000 ед/г; протеолитическая способность (ПС) не менее 2 ед/г. Препарат поступает упакованным в полиэтиленовую тару массой до 2 кг или в металлические банки с герметически закрытой крышкой. Хранят его при температуре не выше 25 °С.

Амилосубтилин Г20х обладает теми же свойствами, что и Амилосубтилин Г10х, но отличается более высокой степенью очистки и амилолитической способностью, которая равна 6000 ед/г.

Протеолитические ферментные препараты. *Протосубтилин Г10х и Протосубтилин Г20х* различаются между собой только по степени очистки. Эти препараты — продукты из культуры гриба, выращенные глубинным способом на кукурузной муке, крахмале, неорганических и органических источниках азота и других компонентах среды. Препараты выпускают в виде порошка с массовой долей влаги не более 13%. Они предназначены для применения в процессе затирания и для стабилизации пива от помутнения и др.

Препараты являются комплексными и наряду с основным фер-

ментом эндопептидазой содержат α -амилазу, эндо- β -глюканазу и гемицеллюлазу. Эндопептидаза сохраняет каталитическую активность в пределах pH 6,0...9,5.

Протосубтилин Г10х представляет собой мелкоизмельченный порошок светло-серого или бежевого цвета. Проход через сито № 38 не менее 65%, а остаток на сите № 27 не более 20%. Протеолитическая способность препарата (вд/г): I сорт — 230; II сорт — 180; III сорт — 90; IV сорт — 70.

Препарат поступает упакованным в полиэтиленовую тару массой до 2 кг или в металлические банки с герметически закрытой крышкой. Хранят его при температуре не выше 25 °С.

Протосубтилин Г20х имеет те же свойства, что и Протосубтилин Г10х, и отличается только степенью очистки.

Цитолитические ферментные препараты. *Цитороземин Пх, Цитороземин П10х, Целлокониингин П10х, Целлолигнорин П10х, Ксилоглюканофоеитидин П10х* различаются между собой по степени очистки и активности. Эти препараты — продукты из культуры гриба, выращенные поверхностным способом на среде, содержащей пшеничные отруби, овсяную и другие виды шелухи зерна, свекловичный жом, бишрот и др.

Эти препараты применяют при замене части солода несоложенными материалами в процессе затирания. Кроме того, препарат Ксилоглюканофоеитидин П10х можно использовать для стабилизации пива от помутнения.

Все препараты обладают эндо- и экзо- β -глюканазной, гемицеллюлазной, ксилоназной активностью.

Препараты Целлокониингин П10х, Целлолигнорин П10х и Ксилоглюканофоеитидин П10х имеют в своем составе фермент целлобиогидролазу. Пектолитический комплекс ферментов содержится в препарате Ксилоглюканофоеитидин П10х. Пептидазы входят в состав препаратов Целлокониингин П10х и Ксилоглюканофоеитидин П10х.

Цитороземин Пх представляет собой измельченную смесь зерновой шелухи с солодовыми ростками, проросшую мицелием гриба. Этот препарат имеет желто-коричневый цвет. Массовая доля влаги не более 12%. Общая цитолитическая активность не менее 25 ед/г. Оптимальные условия действия препарата — pH 5,6...5,8 и температура 50...55 °С.

Ферментный препарат поступает в бумажных мешках массой 8...10 кг. Хранят его в сухом помещении при температуре не выше 25 °С.

Цитороземин П10х имеет те же свойства, что и Цитороземин Пх, но является очищенным препаратом с более высокой активностью. Данный препарат имеет активность ферментов в 10...20 раз выше, чем в препарате Цитороземин Пх.

Целлокониингин П10х и Целлолигнорин П10х являются комплексными препаратами и содержат как целлобиогидролазы, так и

ксиланазу, эндо- и экзо- β -глюканиду, β -глюкозидазу. Целлобиогидролазная активность препаратов не менее 50 ед/г.

Ксилоглюканофоеитидин П10х представляет собой порошок светло-желтого или бежевого цвета. Массовая доля влаги препарата не более 13%. Степень измельчения препарата характеризуется данными ситового анализа: проход через сито № 38 должен быть не менее 80%, а остаток на сите № 27 — не более 5%.

Препарат содержит активные ферменты, гидролизующие некрахмальные полисахариды. Активность ферментов следующая (ед/г): гемицеллюлазы (ксиланазы) не менее 5900; экзо- β -глюканиды 4460; β -глюкозидазы 1500; экзополигалактуроназная 200; эндополигалактуроназная 75; эндо- β -глюканиды 240; пектолитическая 18.

Препарат поступает фасованным в сухие полиэтиленовые мешки массой 0,5...10 кг и упакованным в дощатые ящики или жестяные банки.

Мультиэнзимная композиция (МЭК). Комплексный ферментный препарат МЭК представляет собой сочетание с различным соотношением очищенных бактериальных и грибных ферментных препаратов Амилосубтилина Г10х, Протосубтилина Г10х и Амилоризина П10х. Наличие в комплексе МЭК грибных и бактериальных амилолитических, протеолитических и цитолитических ферментов обеспечивает глубокий гидролиз крахмала, белков и гемицеллюлоз ячменя. Благодаря этому можно перерабатывать 40...50% несоложеного ячменя при одновременном использовании солода удовлетворительного и хорошего качества. При переработке солода пониженного качества рекомендуют применять не более 40% несоложеного сырья.

МЭК представляет собой порошок светло-серого или бежевого цвета. АС препарата составляет 2300...3000 ед/г, ПС — 15...30 ед/г, эндо- β -глюканидная способность — 800...1100 ед/г.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие микроорганизмы используют в качестве продуцентов ферментов? 2. Как складывается название ферментного препарата? 3. Какие ферменты, содержащиеся в ферментных препаратах, действуют на крахмал? 4. Какие ферменты, содержащиеся в ферментных препаратах, действуют на белковые вещества? 5. Какие способы производства ферментных препаратов известны? 6. Какие преимущества и недостатки имеет каждый способ производства ферментных препаратов? 7. Какие требования предъявляются ко всем ферментным препаратам? 8. Какие ферментные препараты используют в пивоварении?

2.6. ТАРА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.6.1. БУТЫЛКИ, УКУПОРОЧНЫЕ И ЭТИКЕТИРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Буылки. Для розлива напитков применяют бутылки типа Х и ХІ вместимостью 0,33 и 0,5 л из оранжевого, темно-зеленого, бесцветного и полубелого стекла. Стекло бутылок должно быть прозрачным. Допускаются слабые цветные оттенки: в бутылках из бесцвет-

ного стекла — зеленоватый, голубоватый, желтоватый; в бутылках из полубелого стекла — такие же, что и для бутылок из бесцветного стекла, только не голубоватый, а голубой; в бутылках из темно-зеленого стекла — оливковый, а также незначительная неравномерность окраски.

Стекло не должно содержать посторонних включений, иметь насечек, щербин, трещин, сколов, продавливающихся или щелочных пузырей, отчетливо видимых, не смываемых моющим раствором пятен от смазки форм, руха (частиц закристаллизовавшегося стекла). Бутылки с такими изъянами считаются браком и заводами не принимаются, при случайном обнаружении в производстве их превращают в бой, отгружаемый ближайшим заводам — изготовителям бутылок.

Бутылки должны иметь правильную форму и быть устойчивыми на горизонтальной плоскости. Наружная поверхность их, боковые и донные швы должны быть совершенно гладкими. Поверхность венчика и само горло бутылок не должны иметь заусенцев или выступов; бутылки с такими дефектами также считаются браком, так как заусенцы и выступы швов при укупорке скалываются, что является причиной попадания в напитки кусочков или мельчайших частиц стекла.

На внутренней поверхности бутылок допускается незначительная волнистость, незаметная при заполнении водой. Не допускаются швы высотой более 0,3 мм и переход донного шва на корпус выше толщины дна. На торцах наружной части венчика горла допускается едва заметный гладкий кольцевидный след шва. Плоскость торца венчика горла должна быть параллельна плоскости дна. Корпус бутылок должен иметь равномерную толщину, разрешается незначительное утолщение ко дну и горлу бутылки. При неравномерной толщине стекла бутылок снижаются их прочность и термостойкость. Бутылки должны быть термически стойкими и не растрескиваться при перепаде температур 70...35 °С (выдержка в каждой ванне 0,5...10 мин). Чем выше термостойкость бутылок, тем выше качество их и меньше бой в процессе мойки. Бутылки должны выдерживать внутреннее давление 0,8 МПа в течение 60 с.

Для бутылок типа X вместимостью 0,5 л полная вместимость должна быть 520 мл, а номинальная — 500 мл; для бутылок 0,33 л полная вместимость 345 мл, номинальная — 330 мл. Для бутылок типа XI вместимостью 0,33 л полная вместимость 350 мл, номинальная — 330 мл.

Укупорочные материалы. Качество укупорки бутылок определяется герметичностью, играющей решающую роль в сохранении качества и стойкости продукции при хранении. Герметичность укупорки достигается при высоком качестве укупорочных материалов, особенно прокладок, кронен-пробки, а также бутылок.

Кронен-пробка — это корончатая жестяная крышка, предназна-

ченная для герметизации бутылок с готовой продукцией. Кронен-пробка бывает двух видов: автоматная — для герметизации бутылок на укупорочных автоматах; ручная — для герметизации бутылок на ручных укупорочных машинах.

Металлические колпачки для кронен-пробки должны быть изготовлены из жести № 28 для линий розлива производительностью свыше 15 тыс. бутылок в час и из жести № 25 — для остальных линий розлива.

Кронен-пробки могут выпускаться с красочными рисунками (литографированные) и с тисненым рисунком и надписями.

Наружная и внутренняя поверхности металлических колпачков должны быть чистыми и гладкими и не иметь загрязнений, не удаляемых водой. Не допускаются трещины, вмятины, разрезы, разрывы, заусенцы, следы коррозии. Перед использованием кронен-пробки для герметизации бутылок желательно загружать ее в специальные лари, имеющие сетчатое дно, что позволит устранить случайно попавшие в нее предметы.

Упаковывают кронен-пробки в фанерные ящики или в любую другую тару, обеспечивающую сохранность качества. Кронен-пробки должны храниться при температуре 5...20 °С в сухих вентилируемых помещениях в упакованном виде при отсутствии в окружающем воздухе кислотных и других паров, на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

Гарантийный срок хранения со дня отгрузки потребителю — 2 мес для кронен-пробок с корковыми прокладками и 6 мес для кронен-пробок с прокладками из полимерных материалов.

Прокладки применяют для комплектации металлических колпачков. Прокладки бывают корковыми композиционными, из пластизолой (паст) или других полимерных материалов. Допускается изготавливать шпаклеванные прокладки. Композиционные и шпаклеванные прокладки можно использовать с защитным диском диаметром не менее 23 мм из алюминиевой фольги или из полимерной пленки.

Композиционные прокладки должны быть одного строения без рыхлых мест и выкрошенных краев с явно видимыми на поверхности частицами коры пробкового дуба, плотно прилегающими друг к другу. Торцы прокладок не должны иметь заусенцев.

Полимерные пасты должны быть залиты внутрь металлического колпачка сплошным слоем. Прокладки можно изготавливать из полимерных паст в виде кольца, внутренняя поверхность колпачка должна быть покрыта адгезионным лаком.

Не допускается наличие на полимерных прокладках пузырей, раковин, наплывов и расслаивания. Прокладки из полимерных паст должны выдерживать термическую обработку при температуре до 120 °С без нарушения их целостности и отслаивания. Уплотняющие корковые прокладки должны быть прочно закреплены в металли-

ческого колпачке кронен-пробки путем подклейки клеем или механического крепления. Прокладки с механическим креплением применяют только на линиях производительностью не выше 12 тыс. бутылок в час. Не допускается выпадание прокладок при транспортировке и эксплуатации кронен-пробок.

Прокладки хранят в сухом помещении при относительной влажности не более 75% и температуре не ниже 0 °С. Гарантийный срок хранения 6 мес со дня изготовления. Упаковывают прокладки обычно в четырехслойные мешки.

Деревянные пробки применяют для герметизации укупорки деревянных бочек. Пробки изготавливают из мягких пород древесины, хранят под слоем 0,01%-ного водного раствора хлорной извести. Перед укупоркой бочек пробки пропаривают и ополаскивают.

Инвентарные укупорочные устройства используют для укупорки алюминиевых и других металлических бочек. Эти устройства входят в комплект бочки.

Этикетки. Готовую продукцию внешне оформляют обычно красочными этикетками: фигурными, вырезными, овальной формы и прямоугольными. Овальные этикетки размером 78×48 мм наклеивают в месте перехода горла бутылки к цилиндрической части и применяют для всех напитков массового производства. Прямоугольные этикетки размером 90×65 и 100×70 мм наклеивают на нижнюю цилиндрическую часть бутылки и используют для оформления отдельных десертных и всех напитков высших сортов. Для минеральных вод предназначены только прямоугольные этикетки.

Этикетки должны быть напечатаны на бумаге плотностью 70...80 г/м². Слишком толстая бумага вызывает повышенный расход клея, а слишком тонкая пропускает клей на лицевую сторону. Направление волокон бумаги в этикетках должно быть параллельным основанию бутылки.

Клей для этикеток. Для наклейки этикеток на бутылки применяют быстрозастывающий (схватывающийся) на стекле клей. Он должен также легко и без остатка смываться со стекла теплой и горячей водой. Используют кислотные декстрины и поливинилацетатный клей.

Декстрин получают путем нагревания сухого крахмала с разбавленными минеральными кислотами. Декстрин бывает картофельным и кукурузным.

Декстрин может быть белого, палевого и желтого цвета, по физико-химическим показателям делится на высший, I и II сорт. Содержание влаги в декстрине не должно превышать 5,0%, посторонних механических примесей не должно быть.

Для технических целей используется декстрин II сорта.

Упаковывают декстрин в чистые и сухие льноджуто-кенафные мешки или в четырехслойные бумажные мешки.

При хранении декстрина должно быть исключено попадание влаги на мешки и в помещение.

Поливинилацетатный клей по внешнему виду представляет собой густую вязкую массу темно-коричневого цвета. Клей состоит из поливинилацетатной суспензии (75%) и эпоксидной смолы (25%).

2.6.2. БОЧКИ И АВТОЦИСТЕРНЫ

Бочки. Для транспортирования сырья и вспомогательных материалов используют деревянные заливные и сухотарные боки вместимостью 5, 8, 15, 25, 50, 100, 120, 140, 150, 200, 225 и 250 л. Для товарных сиропов и кваса применяют деревянные бочки вместимостью 50, 100, 150, 200, 300, 350, 400, 450, 550 и 600 л.

Деревянные бочки должны быть скреплены плоскими стальными обручами и изготовлены из осины, липы, осокоря, березы, бука, дуба, ели, пихты, сосны, кедра, лиственницы. Влажность древесины не должна быть более 20%.

Деревянные бочки для пива используют вместимостью 50 и 100 л.

Для налива пива и кваса применяют алюминиевые бочки вместимостью 100 л и массой 20 кг. Рабочее давление в бочке не должно превышать 0,07 МПа. Бочки изготовляют с одним кольцевым швом, выполненным встык. Бочки хранят в штабелях высотой не более трех ярусов, в закрытом помещении или под навесом. Отверстия должны быть закрыты пробками. Гарантийный срок хранения и эксплуатации бочек 5 лет.

Стальные бочки используют для транспортировки сырья, полуфабрикатов, концентрата кислого сула. Стальные сварные и закатные бочки изготавливают двух типов: с несъемными днищами и со съемным верхним днищем. Обечайка днища и другие детали бочек выполняют из цельных заготовок. Обечайка должна иметь один продольный шов.

Днища стальных сварных и закатных бочек вместимостью 100 л в средней части должны быть выпуклыми, сферическими со стрелой прогиба 6...10 мм. В каждом днище бочки вместимостью 200 л должен быть выдавлен кольцевой гофр жесткости диаметром 250...300 мм. Часть днища, ограниченная гофром, должна быть выпуклой, сферической со стрелой прогиба 8...12 мм.

Бочки типа «Кег» из нержавеющей стали, предназначенные для налива пива, купажных сиропов и безалкогольных напитков, имеют вместимость 20, 30 и 50 л.

Автоцистерны для пищевых жидкостей. Для перевозки напитков используют автоцистерны с теплоизоляцией. Различают автомобиль-цистерну, полуприцеп-цистерну и прицеп-цистерну. Автомобиль-цистерну изготавливают вместимостью 1600, 2000, 3300 и 4100 л, полуприцеп-цистерну — вместимостью 6200, 9000, 11000 и 19300 л, прицеп-цистерну — 500, 900, 1100, 3300 и 4100 л. Термоизоляция автоцистерн не должна допускать повышение температуры

жидкости более чем на 2 °С при температуре окружающего воздуха 30 °С и не должна понижаться более чем на 4 °С при температуре окружающего воздуха –30 °С в течение 10 ч при начальной температуре жидкости 6 °С.

Для перевозки пива и кваса используют изотермические автоцистерны, которые оборудованы запорной, контрольной и предохранительной арматурой. Рабочее давление в цистерне не должно превышать 0,07 МПа. Автоцистерны оборудованы двумя баллонами с диоксидом углерода в комплекте с редуктором и подогревателем.

2.6.3. ЯЩИКИ ДЛЯ БУТЫЛОК

Для упаковки готовой продукции используют ящики дощатые, полимерные, проволочные и из гофрированного картона.

Бутылки с безалкогольными напитками и минеральными водами укладывают в многооборотные открытые гнездовые дощатые ящики № 2 и 5, которые отличаются друг от друга числом и размерами гнезд, а также вместимостью. Ящики изготовляют из древесины хвойных и мягких лиственных пород деревьев, а также березы. Перегородки допускается выполнять из древесно-волокнутой плиты толщиной не менее 6 мм и клееной фанеры толщиной не менее 6 мм.

В безалкогольной промышленности можно применять многооборотные проволочные ящики № 3 и 5, которые делают из стальной светлой, термически не обработанной проволоки общего назначения диаметром 4; 5 и 6 мм.

Полимерные многооборотные ящики № 10 красного и 13 синего цвета предназначены для укладки бутылок с напитками. Полимерные ящики изготовляют методом литья под давлением из полиэтилена высокой плотности.

2.6.4. ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ И ОСВЕТЛЯЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Фильтрационные материалы. К ним относятся фильтр-картон, кварцевый песок и гравий, фильтровальная ткань.

Фильтр-картон применяют марок Т, КФО-1 и КФО-2, выпускается он в листах размерами 400×800 мм и 610×620 мм, толщина листов картона 1,9...2,1 мм, содержание влаги должно быть не более 10%, сопротивление продавливанию — не менее 0,17 МПа. Листы картона упаковывают в кипы массой по 50 кг, обернутые в три слоя бумаги.

Кварцевый песок и гравий предназначены для фильтрования воды. Кварцевый песок имеет размеры песчинок от 1 до 3,5 мм и от 3,5 до 5 мм. Гравий представляет собой более крупные кусочки кварца размером от 3 до 15 мм.

Фильтровальная ткань — это фильтровальный бельтинг и хлопчатобумажный фильтр-диагональ. Фильтровальный бельтинг выпускают двух марок: Ф и ФНП. Бельтинг марки Ф используют для фильтрования растворов при температуре до 100 °С и давлении до 0,1 МПа, хлопчатобумажный фильтр-диагональ — для фильтрования растворов под давлением до 0,5 МПа при температуре до 90 °С.

Осветляющие материалы. К ним относятся активный осветляющий древесный и костяной уголь, а также танин и желатин.

Активный осветляющий древесный уголь получают обработкой древесного угля-сырца водным паром при температуре выше 800 °С. Он предназначен для очистки пищевых, фармацевтических и других продуктов, а также различных растворов. По внешнему виду это тонкодисперсный порошок черного цвета. В пищевых производствах применяют активный осветляющий древесный уголь марок ОУ-А и ОУ-В. Уголь упаковывают в четырех-пятислойные бумажные, бумажные ламинированные, полиэтиленовые мешки.

Костяной уголь представляет собой угольный остаток, получившийся при сухой перегонке костей. При обжиге без доступа воздуха органические вещества костей разлагаются, одна часть их удаляется в виде жидких и газообразных продуктов, а другая в виде мельчайших частичек углерода располагается на неорганическом скелете. В зависимости от структуры костяной уголь разделяется на три сорта: твердый, полутвердый и хрящ.

Твердый уголь имеет гладкую поверхность, полутвердый — две гладкие стороны, а остальные губчатые. У хряща только одна сторона гладкая. Наиболее ценным является твердый уголь, так как срок службы его значительно больше.

Танин представляет собой аморфный порошок светло-желтого или буровато-желтого цвета, вязущий на вкус, со слабым запахом, легкорастворимый в воде и спирте. Танин применяют вместе с желатином при осветлении соков.

Желатин — светло-желтое или бесцветное вещество без запаха и вкуса. Желатин используют для осветления сока. Вырабатывают его из отходов мясной промышленности в измельченном виде и листами.

2.6.5. МОЮЩИЕ И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

В качестве моющих средств используют вещества или смеси веществ, которые добавляют к воде при мойке бутылок.

К средствам для мойки бутылок предъявляют целый ряд требований: способность растворять грязь и смачивать поверхности, активность действия, степень удаления грязи, качество мойки, нечувствительность к жесткости воды, отсутствие осадка, омыление масел и жиров, неспособность вызывать коррозию металлов, безвредность,

биологическое разложение в сточных водах (закон детергентов), обеспложивающее действие, отсутствие пены, неспособность распада на составные части, хорошая растворимость и возможность быстрого приготовления моющего раствора, большая экономическая эффективность.

Кроме моющих и очищающих средств часто применяют дезинфицирующие средства, дающие моющий и дезинфицирующий эффект (табл. 2.4).

2.4. Характеристика моющих и дезинфицирующих средств

Название	Химическая формула	Характеристика препарата
Моющие средства		
Гидроокись натрия (каустическая сода)	NaOH	Выпускают в виде жидкости с содержанием гидроксида натрия (%): 42, 43, 44, 45,5, 50; в твердом виде — 94, 96, 97 и 98,5
Карбонат натрия (кальцинированная сода)	Na ₂ CO ₃	Выпускают мелкокристаллический порошок или гранулы с содержанием карбоната натрия 92,2 и 99,0 %. При получении из нефелинового сырья содержание карбоната натрия (%): 87, 90,5 и 96,5.
Метасиликат натрия	Na ₂ SiO ₃	Выпускают кристаллический порошок с рН от 11,9 до 12,95
Натрийтетрасиликат (жидкое стекло)	Na ₂ Si ₄ O ₉	Выпускают в виде жидкости двух видов: содовое (содержание кремнезема 31...33 %) и содово-сульфатное (содержание кремнезема 28,5...29,5 %)
Тринатрийфосфат: одноводный	Na ₃ PO ₄ ·H ₂ O	Выпускают в твердом виде с содержанием оксида фосфора 38,8 %
двенадцативодный	Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	Выпускают в твердом виде с содержанием оксида фосфора 18,5 %
Очищающие средства		
Азотная кислота	HNO ₃	Выпускают в виде жидкости с содержанием азотной кислоты (%): 97, 98, 98,5
Моющие-дезинфицирующие средства		
Сульфонол (алкилбензолсульфонат)	RC ₆ H ₄ SO ₃ N	Выпускают в виде 30%-ного водного раствора
Сульфохлорантин	R-алкил C ₁₀ -C ₁₄	Выпускают порошкообразный с содержанием активного хлора 15,6 % мас. В состав входят дихлорантин (22 %), диметилгидантин (14,4 %), триполифосфат натрия (5,3 %), сульфонол (3,5 %), хлорид натрия (50 %), вода (0,3 %)

Название	Химическая формула	Характеристика препарата
Санпор	—	Выпускают порошкообразный следующего состава: хлорированный тринатрийфосфат (50 %), сульфат натрия (18 %), триполифосфат натрия (17 %), метасиликат натрия (10 %), алюминат натрия (2 %), гидроксид натрия (1,5 %)
Дезмол	—	Выпускают порошкообразный с содержанием активного хлора 5 %. В состав входят: алкилсульфонаты (1 %), триполифосфат натрия (20 %), метасиликат натрия (30 %), хлорамин Б (18...22 %), карбонат натрия (24...28 %), сульфат натрия и вода
Йодонат	—	Выпускают в виде жидкости с содержанием свободного йода 4,5 %. В состав входят смесь алкилсульфонатов натрия (RSO_3Na), а также йод
Катапинбактерицид (четвертичные аммониевые соединения)	$[R-N(R_1R_2R_3)]^+Ac^-$ (R—алифатический радикал; $R_1R_2R_3$ —алкилы, арилалкилы или арилы; Ac^- —анионы)	Выпускают пастообразный препарат с содержанием 7...10 % воды
Дезинфицирующие средства		
Известковое молоко	—	Препарат готовят из негашеной извести (CaO)
Хлорная известь	$Ca(ClO)_2 \cdot CaCl_2 \times$ $\times Ca(OH)_2$	Выпускают порошкообразный с содержанием активного хлора не менее 32...38 % мас.
Гипохлорит натрия	NaClO	Выпускают в виде жидкости с содержанием активного хлора 13,4...8,3 % и щелочи 10...90 г/л
Антиформин	—	Препарат готовят из хлорной извести, карбоната и гидроксида натрия
Антисептол	—	Препарат готовят из хлорной извести и карбоната натрия
Формалин	HCOH	Выпускают в виде жидкости с содержанием формальдегида $37,0 \pm \pm 0,5$ %
Хлорамин Б (хлорбензолсульфамиднатрий-тригидрат)	$C_6H_5SO_2 \cdot N \times$ $\times NaCl \cdot 3H_2O - N-$	Выпускают порошкообразный с содержанием активного хлора 25...29 % мас.
Кислый эльмудид	—	Препарат готовят из азотной кислоты и нитрата калия
Дезоксон-1	—	Препарат готовят из воды, уксусной кислоты и перекиси водорода в соотношении 2:3:5

Четвертичные аммониевые основания все больше вытесняют классические препараты, так как они не вызывают коррозии металлов и безвредны, обладают поверхностной активностью и высокоэффективны. Кроме того, они оказывают интенсивное бактерицидное действие. Очевидно, это контактное действие, а не следствие какой-либо химической реакции. Поэтому данные средства не расходуются полностью и их можно использовать длительное время.

Часто применение дезинфицирующих средств на предприятии показывает, что микроорганизмы привыкают к каким-то определенным средствам и выживают при обработке ими. Поэтому рекомендуется время от времени менять дезинфицирующие средства, чтобы избежать этого.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие бутылки и закупорочные материалы применяют при производстве пива и безалкогольных напитков? 2. Какие этикетки и клей используют в пивобезалкогольной промышленности? 3. В какие бочки и автоцистерны наливают пиво и квас? 4. В какие ящики укладывают бутылки с напитками? 5. Какие фильтрационные и осветляющие материалы используют в производстве пива и безалкогольных напитков? 6. Какова роль моющих веществ при обработке бутылок? 7. Какие дезинфицирующие вещества применяют в пивобезалкогольной промышленности?

Глава 3. ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА

●

3.1. ПРИЕМКА, ОЧИСТКА, СОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА

Зерно доставляют на заводы преимущественно по железной дороге и автотранспортом. Поступившее по железной дороге зерно взвешивают на вагонных весах, а доставленное автотранспортом — на автомобильных. Небольшие партии зерна взвешивают на стационарных неравноплечих весах. Зерно выгружают из железнодорожных вагонов с помощью механической лопаты или вагоноразгрузчика, а из автотранспорта — автомобилеразгрузчиком. После взвешивания зерно передается в приемный бункер, далее ленточным транспортером направляется к норрии, а затем взвешивается на весах и подается на очистку.

3.1.1. ОЧИСТКА И СОРТИРОВАНИЕ ЗЕРНА

Ячмень, поступающий в производство солода, содержит различные примеси. Различают зерновую, сорную и минеральную примеси.

К зерновой примеси относят поврежденные, щуплые, проросшие зерна, а также посторонние виды зерновых культур. К сорной относят семена сорных растений, вредную примесь (горчак, головня, спорынья, вязель, мышатник и др.), органическую примесь (солома, части стеблей, ости и др.). Минеральные примеси — это песок, камешки, металлические включения и др. Из-за наличия этих примесей в зерне снижается его сохранность и ухудшается качество солода.

Ячмень подвергают первичной и вторичной очистке. Первичную очистку проводят сразу после поступления партии ячменя. При этом ячмень взвешивают и очищают с помощью устройства для удаления остей, магнитного и воздушно-ситового сепараторов (рис. 3.1). В результате первичной очистки из ячменя удаляются металлические частицы, ости, крупные, мелкие и легкие примеси. После первичной очистки ячмень направляют на хранение.

На отечественных заводах удаление остей не предусмотрено, хотя на целесообразность этой операции указывает опыт зарубежных предприятий. Удаление остей вместе с грязью осуществляется с помощью вращающегося в барабане вала, снабженного бичами.

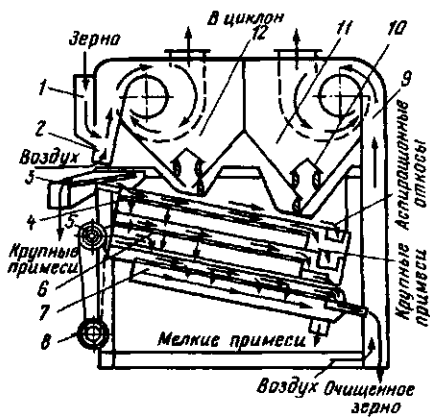


Рис. 3.1. Воздушно-ситовой сепаратор:

1 — приемная камера; 2, 9 — аспирационные каналы для удаления легких примесей; 3 — приемное сито; 4 — сито для отделения крупной примеси; 5 — эксцентриковый колебатель; 6, 7 — сита для удаления мелких примесей; 8 — электродвигатель; 10 — клапаны осадочных камер; 11, 12 — осадочные камеры

математические весы 10; устройство для удаления остей 9; воздушно-ситовой сепаратор 8; автоматические весы 6; сборник зерновых отходов 5; шнеки 20; силосы 12. При поступлении в производство ячменя влажностью более 15,5% его после сепараторов 11 и

При напольном хранении ячмень можно не подвергать первичной обработке.

Перед поступлением в производство ячмень подвергают вторичной очистке на магнитном и воздушно-ситовом сепараторах, триере. В воздушно-ситовом сепараторе ячмень очищается от крупных, мелких и легких примесей, в магнитном сепараторе удаляются металлические частицы, на триерах выделяют примеси, отличающиеся от зерна по длине. Окончательно очищенное зерно разделяют на сорта по толщине зерна в сортировальной машине.

Путь ячменя при приемке и первичной очистке (рис. 3.2): приемный бункер 4; нория 7; магнитный сепаратор 11; авто-

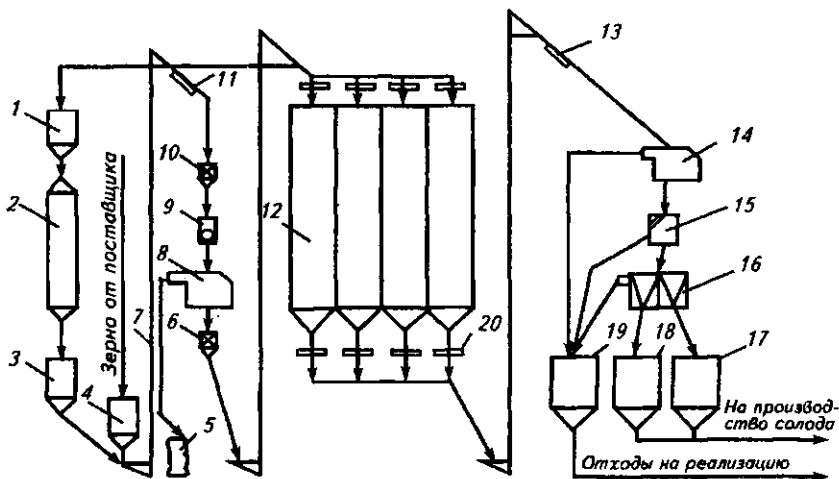


Рис. 3.2. Схема очистки, сортирования и хранения зерна

8 норией направляют в бункер 1 влажного ячменя, зерносушилку 2, бункер 3 сухого ячменя.

Путь ячменя при повторной очистке и сортировании: силосы 12; шнеки 20; магнитный сепаратор 13; воздушно-ситовой сепаратор вторичной очистки 14; триер 15; сортирующая машина 16; бункера 17, 18 и 19 для ячменя I, II сортов и зерновых отходов.

В последние годы наметилась тенденция не разделять ячмень на сорта, а использовать оба сорта для совместного солодоращения. Доля зерна II сорта настолько незначительна, что, как подтвердилось практикой, в пневматической солодорастильной установке при современных методах замачивания и проращивания никакого понижения качества солода не наблюдается. В этом случае оснащение оборудованием может быть, конечно, значительно упрощено.

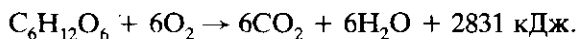
3.1.2. ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА

Для бесперебойной работы пивоваренного завода создают определенный запас зерна в зернохранилищах. Очень важно при этом не допускать его порчи и значительных потерь ценных веществ.

Процессы, происходящие в зерновой массе при хранении. В зерне при хранении протекают физиологические и биохимические процессы.

Физиологические процессы — это дыхание, послеуборочное дозревание и самосогревание зерна. В начальный период хранения зерновая масса активно дышит, поглощая кислород и выделяя диоксид углерода, воду и теплоту.

Это аэробное дыхание в упрощенном виде описывается уравнением



Выделяющаяся при дыхании свободная тепловая энергия используется в дальнейшем на физиолого-биохимические внутренние процессы, а также удаляется в значительных количествах. В процессе дыхания расходуется углеводы зерна, потеря которых может быть весьма значительной, что вредно отражается на жизнедеятельности зародыща, приводит к самосогреванию и порче зерна.

Интенсивность дыхания характеризуется количеством выделившегося диоксида углерода и поглощенного кислорода и зависит от многих факторов — сорта зерна, его физиологического состояния, условий и способов хранения.

Интенсивность дыхания зерна можно активно регулировать, изменяя влажность, температуру и доступ воздуха. На интенсивность дыхания зерновой массы влияет также его выравненность, условия транспортирования, очистки и др.

При недостатке или отсутствии в зерновой массе кислорода воз-

никает анаэробное дыхание, конечными продуктами которого являются этиловый спирт и диоксид углерода, а также альдегиды, органические кислоты и эфиры. Анаэробное дыхание приводит к снижению жизнедеятельности зародыша, что вредно отражается на технологических свойствах зерна, поэтому при хранении ячменя широко применяют интенсивную обработку его воздухом.

При снижении влажности зерна интенсивно замедляется процесс дыхания. Так, зерно, содержащее 10...12% воды, выделяет в сутки при 20 °С на 1 кг сухого вещества 0,3...0,4 кг CO₂. При дальнейшем повышении влажности зерна до 30...33% концентрация диоксида углерода увеличивается до 2000 мг.

Резкое увеличение интенсивности дыхания при повышении влажности зерна указывает на присутствие в нем так называемой свободной влаги, т. е. влаги, свободно перемещающейся в клетках зерна, так как крахмал и белок не могут ее удержать. Влажность, при которой усиливаются биохимические и физиологические процессы в зерне, называется критической. Для ячменя критическая влажность 14,5...15,5%. Следовательно, рационально хранить зерно влажностью ниже критической.

С повышением температуры зерновой массы от 0 до 30...35 °С интенсивность дыхания возрастает в 2...2,5 раза на каждые 10 °С повышения температуры. При достижении температуры 45...55 °С в результате усиления деятельности ферментов дыхание достигает максимума, а затем быстро уменьшается, что указывает на разрушение органических веществ, отмирание клеток тканей и, как следствие, понижение или полное прекращение дыхания. При низкой температуре интенсивность дыхания зерна снижается, а при температуре, равной 0 °С и ниже (до -5 °С), практически прекращается. Благоприятной для хранения ячменя следует считать температуру 0...15 °С.

Таким образом, низкие температуры — физический фактор, способный до определенной степени регулировать жизнедеятельность зерна.

К физиологическим процессам, происходящим в зерне при хранении, относится послеуборочное дозревание.

Ячмень после уборки урожая находится в состоянии покоя и имеет низкую всхожесть. Период покоя может быть обусловлен временными физическими и химическими барьерами, мешающими прорастанию, и с разрушением этих барьеров покой зерна заканчивается и оно приобретает способность прорасти.

Период, когда зерна ячменя выходят из состояния покоя и способны прорасти, называется периодом послеуборочного дозревания. Этот период выработан растениями в процессе эволюции и является защитным свойством зерна, предупреждающим прорастание его на корню. Обычно для ячменя с нормальным содержанием влаги (14...15%) период послеуборочного дозревания 4...6 нед, а при

влажности выше 17% — до 2...3 мес. Продолжительность дозревания также зависит от сорта ячменя, условий произрастания и хранения.

В пивоварении необходимо использовать сорта ячменя с хорошей прорастаемостью, чтобы получать высококачественный солод.

Основной причиной низкой всхожести является присутствие в оболочке воска, жира, фенолов, гумми-веществ, лигнина и т. п. При этом фенольные соединения, кислоты, кумарин — ингибиторы проращивания, они и другие вещества затрудняют доступ к зародышу кислорода и понижают водопроницаемость семенной оболочки.

В процессе дозревания зерна ограниченные белком дисульфидные группы преобразуются в сульфгидрильные группы, активирующие ферменты и тем самым способствующие синтезу протеинов.

В настоящее время для сокращения периода послеуборочного дозревания ячменя рекомендуют применять следующие способы:

тепловую обработку ячменя при температуре 40...50 °С, предполагая, что при этом окисляются ингибиторы проращивания;

обработку предварительно увлажненного зерна при температуре 4...5 °С;

воздействие на зерно растворами химических веществ (0,5...1,0%-ной перекисью водорода, 0,5%-ным раствором сероводорода, 1%-ным раствором тиомочевины (тиокарбамида), 0,06%-ным ацетальдегидом и т. п.);

обработку гибберелловой кислотой, что способствует накоплению в зародыше глутатиона и цистеина (идентично воздействию сероводорода).

Самосогреванием зерновой массы называется явление повышения ее температуры вследствие протекающих в ней физиологических процессов и плохой теплопроводности.

Начальный период самосогревания зерна характеризуется повышением температуры до 24...30 °С. При этом в партии сырого зерна чувствуется явно выраженный амбарный запах, появляются отдельные потемневшие зерна, а на зернах образуется конденсационная влага. В дальнейшем температура зерновой массы повышается до 34...38 °С, как правило, за 3...7 дней. При развитии процесса самосогревания происходит дальнейшее повышение температуры до 50 °С.

В результате этих процессов резко снижается сыпучесть зерна, отдельные зерна оказываются пропlesenевшими или прогнившими, от зерна исходит затхлый или гнилостный запах. Процесс самосогревания завершается обугливанием зерна и потерей полной сыпучести зерновой массы. Если своевременно не принять меры для локализации самосогревания, зерновая масса приходит в полную непригодность.

Биохимические процессы, протекающие при хранении зерна, обусловлены дыханием и дозреванием зерна. Процесс дыхания осуществляется комплексом ферментных систем — оксидазами (акти-

вирующими атмосферный кислород) и дегидразами (отнимающими водород от окисляемых продуктов).

При дыхании происходят потери крахмала, являющегося основным пивоваренным сырьем. Активность амилолитических ферментов в зерне предопределяет гидролиз части крахмала до олигосахаридов и моносахаридов. Гидролитическое расщепление сложных белков до простых в процессе дыхания обусловлено активностью протеолитических ферментов.

Активность гидролитических и дыхательных ферментов возрастает при появлении в зерне свободной влаги. В процессе дозревания зерна интенсивность дыхания постепенно снижается, что приводит к понижению активности ферментов. В зерне протекают процессы синтеза крахмала из сахаров, белков из аминокислот, жира из глицерина и жирных кислот.

При хранении физиологически зрелого ячменя в оптимальных условиях считают, что зерно находится в состоянии покоя. Процессы конденсации в нем полностью закончены, а активность содержащихся в нем ферментов низкая.

Способы и режимы хранения зерна. На заводах зерно хранят в элеваторах, механизированных зернохранилищах и амбарных хранилищах.

Современный зерновой элеватор состоит из отделения для приемки ячменя, рабочей башни, в которой установлено оборудование для взвешивания, очистки и сортирования зерна, бункеров для хранения ячменя I и II сортов и зерновых отходов, силосного корпуса для хранения зерна. Кроме того, предусматривается помещение для сушки зерна.

Влажность и температура зерна при хранении могут служить показателями его качественного состояния. Зерно при хранении должно иметь влажность не выше 15%, а температуру не выше 25 °С. Ячмень, поступивший на хранение с повышенной влажностью, подсушивают в шахтных, камерных или рециркуляционных сушилках.

Достоинством созданных в нашей стране рециркуляционных зерносушилок является возможность одновременной эффективной сушки партий зерна различной начальной влажности. Зерносушилки, как правило, расположены в отдельном здании или, если они открытого типа, установлены рядом с рабочей башней или силосными корпусами. При сушке ячменя предусматривается нагрев зерна в зависимости от его влажности до температуры 45 °С.

Ячмень, высушенный до влажности 12...14%, хранится в силосном корпусе не менее 1...3 нед.

Высота слоя зерновой массы в хранилищах зависит от состояния зерна, времени года, сроков хранения и типа зернохранилища. Высота насыпи зерновой массы при напольном хранении может быть 2...5 м. Высоту слоя можно увеличивать в холодное и снижать

в теплое время года. Сухим зерном (влажность до 14%) силосы загружают полностью, а при средней сухости зерна 14...15,5% — на $\frac{3}{4}$ высоты. При амбарном хранении высота слоя ячменя не должна превышать 2...2,5 м. По окончании хранения ячменя, т. е. после каждого освобождения элеватора или склада, устанавливают естественную убыль зерна (см. главу 8).

Механизированные зернохранилища включают в себя приемные устройства, склады и рабочие башни. Склад представляет собой одноэтажное здание с наклонным полом и двумя транспортными галереями (нижней и верхней). Рабочая башня — это многоэтажное здание, в котором размещается оборудование для очистки и сортирования ячменя. Вместимость склада до 5 тыс. т ячменя.

Амбарные хранилища (немеханизированные склады) — одноэтажные склады с плоским полом для зерна, а также с конвейерами (передвижными и стационарными) для его приема и перемещения. Склады разбивают на отсеки для хранения отдельных партий ячменя. Проветривается зерно при перемещении его из одного отсека в другой.

Основное условие хранения зерна на заводах — это хранение в сухом, очищенном и охлажденном состоянии.

Как было изложено ранее, основными факторами, определяющими протекание жизненных процессов в зерновой массе при хранении, являются влажность зерновой массы и окружающей среды, степень ее аэрации. Эти факторы положены в основу хранения зерновых масс. Применяют в основном два способа хранения, основанные на принципе анабиоза (анабиоз — подавление жизни):

хранение зерновых масс в сухом состоянии, т. е. с влажностью до критической;

хранение зерновых масс в охлажденном состоянии, когда температура их понижена до пределов, оказывающих значительное тормозящее влияние на все жизненные функции компонентов зерновой массы.

Выбор способа хранения определяется многими факторами, в числе которых должны быть учтены типы и вместимость зернохранилища, качество зерна, экономическая эффективность и т. д.

Способ хранения зерновых масс в сухом состоянии основан на принципе обезвоживания зерна до влажности ниже критической, когда жизнедеятельность зерновой массы почти полностью подавлена, исключаются процесс дыхания, развитие микроорганизмов, клещей и насекомых. Данный способ используют для долгосрочного хранения зерна и семян (в течение нескольких лет).

Способ хранения зерновых масс в охлажденном состоянии основан на использовании низких температур, при которых резко снижается жизнедеятельность зерновой массы.

Зерно находится в охлажденном состоянии первой степени, если температура всех слоев насыпи ниже 10 °С. Более консервирующим

считается охлаждение, когда температура ниже 0 °С (вторая степень).

Для охлаждения зерна широко применяют принудительное продувание зерновой массы воздухом без ее перемешивания — активное вентилирование. Наиболее часто вентилирование проводят для снижения влажности и температуры зерна. При этом происходит тепловлагообмен между зерном и воздухом. Для предупреждения самосогревания ячменя, которое приводит к развитию патогенной микрофлоры, интенсивному дыханию, повышению температуры и влажности зерна, предусматривают профилактическое вентилирование. В этом случае вентилирование проводят периодически, принимая во внимание его целесообразность при данных погодных условиях и фактическом состоянии зерновой массы. При возникновении самосогревания (гнездового, пластового, сплошного) осуществляют вентилирование независимо от погодных условий.

Приступая к вентилированию зерновой массы с целью охлаждения, необходимо знать фактическое состояние зерна и погодные условия. Поэтому определяют влажность и температуру зерна и воздуха, по которым устанавливают целесообразность вентилирования.

Активное вентилирование атмосферным воздухом проводят в тех случаях, когда фактическая влажность зерна больше равновесной. В случае возможности вентилирования зерна вначале определяют относительную влажность воздуха по показаниям психрометра, затем вычисляют равновесную влажность зерна с учетом его температуры и относительной влажности воздуха. Сопоставляя фактическую влажность зерна с равновесной, принимают решение о необходимости вентилирования.

Для активного вентилирования зерна используют стационарные, напольно-переносные (передвижные) и передвижные трубные установки. Эта техника предназначена для вентилирования зерна в складах с горизонтальными и наклонными полами, а также в силосах элеваторов.

3.1.3. ВРЕДИТЕЛИ ЗЕРНА И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

В процессе хранения зерно повреждают вредители — клещи, насекомые (долгоносик, моль и т. п.), грызуны, микроорганизмы, птицы (голуби, воробьи), вызывая порчу и потери. Так, потери массы ячменя, пшеницы от насекомых в разных странах колеблются от 1,5 до 7,3%, кукурузы — от 2 до 23, ржи — от 2 до 49, сорго — от 19 до 50, бобовых — от 14 до 64%.

Клещи и долгоносики наиболее распространены в зернохранилищах.

Клещи относятся к классу паукообразных, длина их до 1 мм, они видны через лупу и трудно различимы простым глазом. В зерновых продуктах встречаются около 30 видов клещей.

Клещи появляются в зерне с высокой влажностью и хранящемся при повышенных температурах. Благоприятная температура для размножения и жизнедеятельности клещей 18...22 °С, при температуре – 15 °С они погибают в первый же день. Клещи повреждают в основном зародышевую часть зерна.

Самый распространенный вредитель, встречающийся в зернохранилищах, — амбарный долгоносик. Его длина вместе с хоботком 3...5 мм и окраска темно-коричневая. При кладке яиц долгоносик просверливает хоботком в зерне крошечное отверстие (обычно со стороны зародыша), откладывает яйцо в эндосперме зерна и заклеивает отверстие. Образующаяся личинка частично пожирает эндосперм, превращается после 4-кратной смены кожи в куколку и далее — в долгоносика, который после короткого периода покоя просверливает цветковую оболочку и покидает опустевшее зерно.

Амбарная зерновая моль появляется в сильнозагрязненных хранилищах, на транспортерах и т. д. Кладку яиц она производит на цветковую оболочку, может проникать и внутрь зерна. Гусеницы окукливаются с помощью выделяемого ими секрета, что приводит к слипанию многих зерен.

Существуют предупредительные и истребительные меры защиты зерновых масс от вредителей. Предупредительные (профилактические) меры — это механическая очистка всех помещений зернохранилищ с последующим уничтожением отходов. Истребительные меры заключаются в уничтожении вредителей. Дезинсекцией называются все истребительные меры, направленные на уничтожение клещей и насекомых, дератизацией — способы истребления грызунов. Грызунов уничтожают путем механического отлова или с помощью ядов.

Для защиты хранящегося зерна предназначены инсектициды — химические средства борьбы с вредителями. В нашей стране на элеваторах используется бромистый метил. Общий срок газации 24 ч, а процесс дегазации длится 3 ч. В разных странах наряду с бромистым метилом применяют фосфин, четыреххлористый углерод, метилформиат, хлорпикрин, окись этилена.

Если зерно хранить в герметичных условиях без доступа кислорода, то за счет его потребления и выделения диоксида углерода происходит изменение состава атмосферы, которая губительно действует на вредителей зерна. Чаще всего искусственно изменяют состав атмосферы путем вытеснения кислорода воздуха диоксидом углерода или азотом.

В настоящее время совершенствуется конструкция зернохранилищ с точки зрения надежной их герметизации, чтобы обработка газами (фумигация), включая использование азота и диоксида углерода, была действительно эффективной и предотвращала проникновение вредителей после завершения дезинсекции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие примеси содержатся в зерне? 2. Какие процессы протекают при хранении зерна? 3. Какое влияние оказывают на срок хранения зерна его влажность и температура? 4. Какие ферменты активно действуют в процессе хранения зерна? 5. Как можно сократить период послеуборочного дозревания? 6. Какие способы хранения зерна вы знаете? 7. Какие вредители повреждают зерно при хранении? 8. Что делать, если в хранилище появились клещи и насекомые?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Определение массы зерна

Определяют массу зерна при направлении его в производство. Если зерно хранилось непродолжительное время, то естественными потерями пренебрегают. При хранении зерна наблюдается убыль или увеличение массы зерна вследствие снижения или увеличения его влажности и сорности.

Масса ячменя после хранения, т,

$$Q_n = Q_c - Q_c \frac{X_1}{100};$$
$$Q_n = Q_c \frac{X_2}{100} + Q_c,$$

где Q_c — масса ячменя, поступившего на хранение, т; X_1 и X_2 — соответственно убыль или увеличение массы ячменя вследствие снижения или увеличения влажности и сорности его, %.

Если влажность и сорность ячменя уменьшились, то

$$X_1 = 100 - \frac{100(100 - W)(100 - C)}{(100 - W_1)(100 - C_1)},$$

где W и W_1 — средневзвешенная влажность зерна до и после хранения, %; C и C_1 — сорность зерна до и после хранения, %.

Если влажность и сорность увеличились, то

$$X_2 = \frac{100(100 - W)(100 - C)}{(100 - W_1)(100 - C_1)} - 100.$$

Пример 1. На склад поступило 400 т ячменя со средневзвешенной влажностью $W = 14,2\%$ и сорностью $C = 1,0\%$. При направлении в производство $W_1 = 13,7\%$, $C_1 = 0,5\%$. Определить массу зерна Q_n после изменения его влажности и сорности.

Ответ: $Q_n = 395,7$ т.

Пример 2. На склад поступило 800 т ячменя, средневзвешенная влажность которого $W = 13,5\%$, сорность $C = 0,4\%$. При направлении в производство $W_1 = 14,2\%$, $C_1 = 1,2\%$. Определить массу ячменя Q_n после изменения его влажности и сорности.

Ответ: $Q_n = 813,1$ т.

Определение влажности зерна

Зерно поступает в зернохранилище партиями с различными показателями влажности и сорности, поэтому определяют их средневзвешенное значение, которое находят путем умножения массы

зерна каждой партии на влажность или сорность данной партии и последующего деления суммы этих произведений на сумму взятых для расчета масс зерна.

Пример 3. На склад поступило пять партий зерна различной влажности.
 • Определить средневзвешенную влажность.

Масса зерна, кг		Влажность, %		Произведение массы зерна на влажность
1000	×	14,0	=	14000
2000	×	14,2	=	28400
1500	×	15,0	=	22500
1500	×	14,5	=	21750
4000	×	14,8	=	59200
10000		—		145850

Ответ: средневзвешенная влажность
 $145\ 850 : 10\ 000 = 14,585\%$.

Аналогично рассчитывают средневзвешенную сорность зерна.

Содержание влаги в зерне определяют в лаборатории методом высушивания до постоянной массы и рассчитывают по формуле

$$W = (a-b)100/(a-c),$$

где W — содержание влаги, %; a — масса бюкса с навеской зерна до высушивания, г; b — масса бюкса с навеской зерна после высушивания; c — масса пустого бюкса, г.

Пример 4. Определить влажность зерна W , поступившего на хранение, если $a = 16$ г, $b = 15,26$ г, $c = 11$ г.

Ответ: $W = 14,8\%$.

3.2. ПРОИЗВОДСТВО ЯЧМЕННОГО СОЛОДА

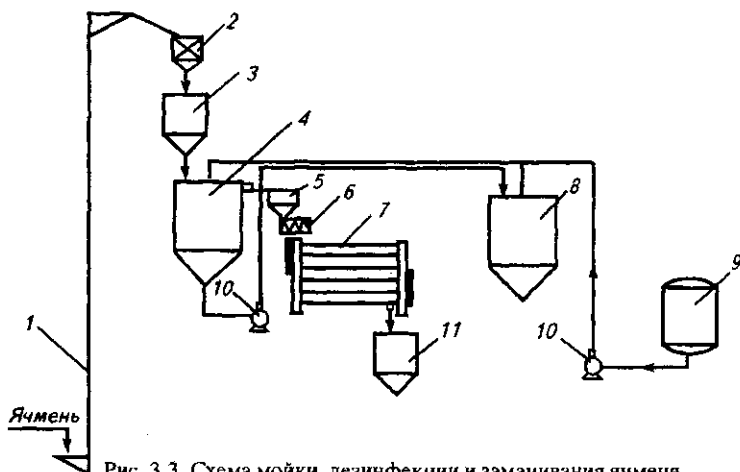
3.2.1. ЗАМАЧИВАНИЕ ЯЧМЕНЯ

Замачивание — это подготовка ячменя к последующему проращиванию с целью активизации процессов жизнедеятельности и связанных с ними физиологических, физических и ферментативных изменений. Кроме того, вода — транспортное средство, которое доставляет зародышу необходимые для его развития питательные вещества.

Зерно замачивают таким образом, чтобы влага в достаточном количестве поступала в его главные составные части — эндосперм и зародыш. Для этого необходимо в первую очередь правильно выбрать режим замачивания, предусмотреть предварительную мойку водой и дезинфекцию ячменя, поскольку зерно после очистки и сортирования содержит пыль, легковесные примеси и микроорганизмы.

В солодовенных цехах применяют схему (рис. 3.3), предусматривающую мойку, дезинфекцию и замачивание ячменя, а также высушивание образующегося при замачивании сплава — неполноценных зерен и ячменной шелухи.

Из складских помещений ячмень норией I подается на автомати-



ческие весы 2 и далее направляется в бункер 3. Перед замачиванием ячмень подвергается мойке и дезинфекции в специальном аппарате 4. Образующийся при мойке сплав собирается в бункере 5, откуда, проходя водоотделитель 6, поступает в сушилку 7. Высушенный сплав собирается в бункер 11 и далее реализуется на корм скоту. При мойке зерна применяют моющие и дезинфицирующие растворы, которые готовят в баке 9. Далее они насосом 10 перекачиваются в аппарат 4 для мойки и дезинфекции ячменя. После мойки и дезинфекции ячмень насосом 10 подается в аппарат 8 для замачивания.

3.2.1.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ЗАМАЧИВАНИЯ

Проращивание зерна может быть успешным лишь при определенном содержании влаги. Рост зародыша начинается при влажности 30%, при влажности 38...40% зерно прорастает быстро и равномерно, а для достижения растворения эндосперма зерна, т. е. для функционирования комплекса ферментов, влажность его должна достигать 44...48%.

Для приготовления светлого солода стремятся получить конечную влажность ячменя, называемую степенью замачивания, 42...48%, а темного — 44...47%.

Процесс насыщения ячменя водой. При замачивании вода проникает внутрь зерна благодаря различной способности гидрофильных веществ ячменя поглощать молекулы воды и образовывать соединения посредством межмолекулярных сил притяжения. Так как моле-

кулы воды полярны и являются диполями, возможно взаимодействие молекул воды и структуры полипептидных цепей белка, особенно водородных связей, с полярными группами, не входящими в структуру, что обуславливает поглощение белковыми веществами воды и формирование коллоидных гелей.

До замачивания влажность ячменя 10...14%, а для гидратации гидрофильных соединений необходимо, чтобы влажность была около 35...40%, тогда формируются коллоидные гели, в которых вода обладает малой подвижностью.

Поглощение воды и набухание коллоидов различных химических веществ, представленных в структурно-анатомических частях зерна, происходит неравномерно. Зародыш и щиток легко поглощают воду благодаря наличию в них капиллярных каналов и белковых веществ, обладающих способностью к набуханию. Эндосперм, содержащий значительное количество крахмала, набухает в меньшей степени. Таким образом, на продолжительность замачивания влияет химический состав ячменя, в первую очередь содержание крахмала и белков.

Вследствие поглощения воды и осмотического давления внутри клеток, обусловленного растворимыми межклеточными веществами, коллоиды набухают, а также увеличивается объем зерна на 45%.

В период окончания замачивания влага находится внутри зерна и на его поверхности. Из-за пленки влаги на поверхности зерна замедляется дыхание и увеличивается продолжительность проращивания. Содержание влаги (2...5%) на поверхности может быть понижено путем перемешивания или сепарирования.

Скорость поглощения воды ячменем зависит от сорта, состава, года созревания и климатических условий выращивания зерна. Продолжительность замачивания ячменя, выращенного в сухом жарком климате, меньше, чем выращенного в умеренно теплом и влажном. От характера эндосперма ячменя — мучнистые или стекловидные зерна — зависит скорость поглощения воды. Мучнистые зерна поглощают влагу быстрее, чем стекловидные, и, как полагают, существует соотношение между содержанием крахмала и продолжительностью, необходимой для достижения заданной степени замачивания. Исходное содержание влаги в зерне не влияет на продолжительность замачивания. Ячмень, имеющий разные размеры зерен, замачивается с разной скоростью. Зерна меньшего размера достигают необходимой степени замачивания быстрее, чем зерна больших размеров. Отсюда следует, что для получения равномерно замоченного ячменя необходимо использовать однородное по составу и размеру зерно.

Влияние кислорода и диоксида углерода. Процесс замачивания пробуждает к жизни зародыш, рост которого сопровождается интенсивным дыханием, т. е. зерно потребляет кислород из воздуха

или воды. Когда кислорода содержится в недостаточном количестве, то зародыш может восполнить недостаток энергии посредством анаэробного дыхания, а образующиеся при этом продукты (этиловый спирт, диоксид углерода, альдегиды, сложные эфиры, кислоты) тормозят его развитие. Вещества, полученные при анаэробном дыхании, например 0,01%-ный раствор этилового спирта, вызывают неравномерное развитие зародышевого листка, а 0,8%-ный раствор полностью подавляет рост.

По мере увеличения содержания влаги в ячмене повышается интенсивность дыхания, т. е. потребляется кислород и выделяется диоксид углерода. Взамен молекулы поглощенного кислорода образуется одна молекула диоксида углерода. Отношение числа молекул диоксида углерода к числу молекул кислорода (CO_2/O_2) — дыхательный коэффициент (ДК); при анаэробном дыхании он равен 1. В случае недостатка кислорода, с одной стороны, и концентрации диоксида углерода — с другой, может наблюдаться прекращение процесса замачивания. При этом зерна поглощают воду быстрее обычного, перенасыщаются водой, начинают гнить и плесневеть. Поэтому при $\text{ДК} > 1$ зерно следует аэрировать для обеспечения его кислородом.

Установлено, что 1 кг зерна во время замачивания в течение 1 ч поглощает 63 мг кислорода и выделяет посредством дыхания 86 мг диоксида углерода. В воде, необходимой для замачивания 1 кг ячменя, содержится только 15...17 мг кислорода. При таком количестве кислорода процесс аэробного дыхания происходит только в течение 15 мин. Следовательно, важную роль при замачивании играют оптимальная подача, равномерное распределение кислорода в слое зерна и удаление продуктов анаэробного обмена веществ. При этом большое значение имеет конструкция оборудования для мойки и замачивания зерна.

Подвод кислорода к зерну особенно необходим в начальный период замачивания. В это время начинается биологическая фаза роста ячменя, т. е. происходит процесс пробуждения и развития зародыша. Для равномерного протекания процесса необходимо, чтобы подвод кислорода к зерну примерно в 3 раза превышал выделение диоксида углерода. Этого можно добиться, если все аппараты для замачивания зерна будут оборудованы вакуум-насосами для удаления диоксида углерода и кольцевыми трубками с форсунками для распыления воды.

Следовательно, главная задача при замачивании зерна — снабжение его в достаточном количестве кислородом и удаление диоксида углерода.

Влияние температуры воды. С повышением температуры воды при замачивании интенсифицируется проникновение ее в ячмень, так как ускоряется процесс набухания органических коллоидов зерна и соответственно протеинов, крахмала, гемицеллюлозы. Вре-

мя, необходимое для достижения 41% влажности зерна, зависит от температуры замачивания: при 5 °С — 96 ч, при 10 °С — 84, при 15 °С — 60 ч. При 25 °С процесс замачивания ускоряется почти вдвое, но при этом снижается растворимость кислорода в воде и одновременно интенсифицируется жизнедеятельность вредных микроорганизмов, которые, потребляя кислород, тормозят развитие зародыша.

Ячмень обычно замачивают при температуре воды от 10 до 14 °С, так как этот режим соответствует оптимальным условиям для проведения процесса, поскольку при температуре воды ниже 10 °С тормозится развитие зерна, а при температуре выше 15 °С усиливается жизнедеятельность находящихся на зернах вредных микроорганизмов и снижается растворимость кислорода, необходимого для роста зародыша.

При замачивании зерна в воде температурой 20...30 °С в течение 2...4 ч значительно ускоряются все процессы. Однако специально подогревать воду для замачивания зерна экономически нерационально.

Влияние состава воды. Для замачивания стремятся применять воду, показатели которой соответствовали бы нормам на питьевую воду. Скорость поглощения воды зерном увеличивается при использовании щелочной воды (например, щелочностью 3...4 мг·эquiv/л). Мягкая вода и вода средней жесткости с равной скоростью поглощаются зерном, а вода с высокой жесткостью (свыше 14 мг·эquiv/л) поглощается медленно.

Ионы солей могут проникать внутрь зерна и оказывать влияние на рост зародыша. Так, рост зародышевого щитка подавляется при 0,01 н. концентрации нитритов в воде, а недиссоциирующие карбоновые кислоты легко проникают внутрь зерна, например уксусная кислота концентрацией 1% может подавлять развитие зародыша.

3.2.1.2. АППАРАТЫ ДЛЯ ЗАМАЧИВАНИЯ ЗЕРНА

Для мойки, дезинфекции и замачивания ячменя применяют аппараты с коническими днищами.

Моечный аппарат для зерна имеет цилиндрическую форму с коническим днищем. В центре аппарата вертикально укреплена циркуляционная труба с пропеллерной мешалкой внутри. Над трубой установлен отражатель. У верхней кромки цилиндрической части аппарата установлена коробка с сеткой для улавливания выпавших зерен. В нижней части конуса расположены решетка, вентиль для спуска зерна и трубопроводы для свежей и загрязненной воды.

Мойку зерна также производят в открытых аппаратах.

Аппараты для замачивания изготавливают обычно из стали и железобетона со специальным покрытием для исключения коррозии и агрессивного влияния замачиваемого материала.

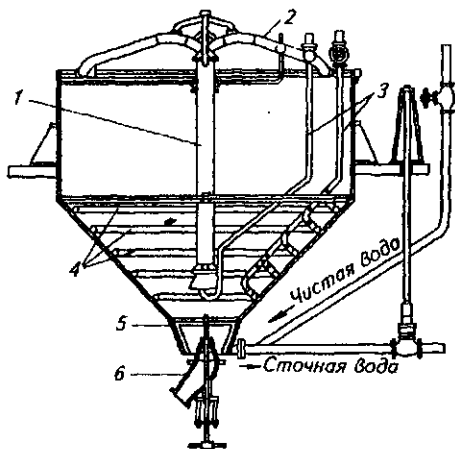


Рис. 3.4. Аппарат для замачивания зерна:

- 1 — центральная труба; 2 — сегнерово колесо;
3 — трубы сжатого воздуха; 4 — барботер; 5 —
решетка; 6 — отверстие для выгрузки зерна

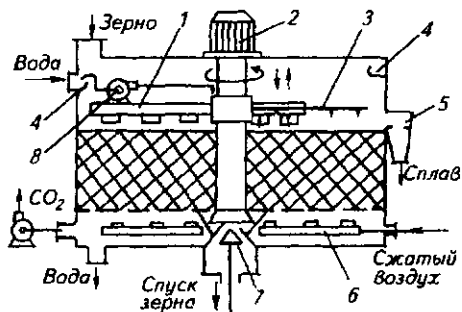


Рис. 3.5. Аппарат для замачивания зерна с плоским дном:

- 1 — загрузочно-разгрузочный механизм; 2 —
привод; 3 — моечно-оросительные трубы; 4 — коль-
цевой желоб с водой; 5 — силановая коробка; 6 — кол-
лектор сжатого воздуха; 7 — клапан для спуска зер-
на; 8 — насос

Для равномерной обработки замачиваемого ячменя устанавливают аппараты круглого или квадратного поперечного сечения. Форма нижней части коническая (рис. 3.4) с углом наклона 45° , что облегчает опорожнение аппарата. Большие аппараты для замачивания разделяют на квадратные секции с конусами, чтобы обеспечить интенсивную обработку каждого отделения. В некоторых случаях может оказаться необходимым аппарат закрыть или снабдить кожухом.

В дальнейшем прогнозируется распространение низких аппаратов с плоским дном (рис. 3.5) большой емкости, горизонтальным промежуточным решетчатым элементом, наружным распылительным устройством для аэрации и орошения водой замачиваемого зерна, с отсосом выделяющегося диоксида углерода. В этом аппарате зерно во время воздушных пауз не перемещается, а лишь продувается сжатым воздухом для насыщения кислородом.

3.2.1.3. СПОСОБЫ ЗАМАЧИВАНИЯ ЗЕРНА

Перед замачиванием зерно должно быть предварительно промыто водой и продезинфицировано. В качестве моющих и дезинфицирующих средств применяют щелочные (гашеная известь, гидроксид натрия, каустическая сода) и кислые (хлорная известь, пероксид водорода, перманганат калия) растворы.

Мойку и дезинфекцию зерна проводят в аппаратах для мойки или замачивания. В аппарат набирают воду на $\frac{1}{3}$ его объема, затем насыпают очищенное и отсортированное, предварительно взвешенное зерно. Аппарат наполняют водой так, чтобы уровень ее был выше зерна; смесь перемешивают воздухом или другими средствами и оставляют в покое на 1...1,5 ч, после чего снимают сплав. Затем воду удаляют, набирают новую, вносят дезинфицирующий раствор, затем зерно перемешивают и оставляют в покое на 2...3 ч. После этого воду выпускают из аппарата.

После мойки и дезинфекции зерна замачивание ведут при температуре 10...17 °С.

В отечественной промышленности применяют следующие способы замачивания зерна: воздушно-водяное; в непрерывном потоке воды и воздуха; оросительное; воздушно-оросительное; с продолжительными воздушными паузами; перезамачивание. Три последних способа осуществляют при производстве солода по современной технологии.

Современная технология замачивания предусматривает сокращение пребывания зерна без воды и увеличение воздействия кислорода. При этом, когда зерно остается без воды, проводят периодическое орошение водой и отсасывание диоксида углерода.

Воздушно-водяное замачивание. Зерно попеременно находится то под водой (водяное замачивание) — 6 ч, то без нее (воздушное замачивание) — 4 ч. Для удаления диоксида углерода через зерно каждый час продувают воздух в течение 10 мин независимо от того, находится ли оно под водой или на воздухе. Смену периодов выдержки зерна под водой и без воды продолжают до тех пор, пока ячмень не достигнет влажности 43...47%. Продолжительность замачивания 48...72 ч.

Замачивание в непрерывном потоке воды и воздуха. По окончании мойки зерна в аппарат непрерывно подается вода, предварительно насыщенная воздухом.

Для замачивания зерна по этому способу на трубопроводе вблизи от аппарата устанавливают смеситель для воды и воздуха. В конусной части аппарата монтируют барботер.

Воду, насыщенную воздухом с помощью смесителя, подают снизу через барботер в таком количестве, чтобы на поверхности воды над зерном были видны непрерывно выделяющиеся пузырьки воздуха. По этому способу длительность замачивания зерна сокращается до 36...70 ч, а проращивание — до 6 сут вместо 7...8 сут.

Оросительное замачивание. Этот способ применяют в том случае, если в аппарате для замачивания можно установить сегнерово колесо или другое приспособление для равномерного разбрызгивания воды над зерном.

При работе по этому способу зерно после мойки и дезинфекции остается в аппарате. Высота слоя зерна не должна превышать 1 м.

Затем зерно заливают водой и выдерживают в ней в течение 6...8 ч. После этого воду сливают и начинают непрерывное орошение зерна с помощью сегнерова колеса. Вода просачивается через массу зерна, увлажняет его, доставляет свежий воздух и уносит с собой накопившийся диоксид углерода. При этом способе происходит непрерывная аэрация зерна, благодаря чему обеспечиваются его нормальное дыхание и прорастание.

Однако в больших цилиндрических аппаратах этот способ неэффективен, так как при высоком слое зерна возникают трудности с удалением диоксида углерода и выделяемой теплоты. Поэтому для применения способа оросительного замачивания требуется использование аппаратов для замачивания с плоским днищем или только моечных аппаратов, а замачивание зерна следует проводить в солодорастильных аппаратах.

Воздушно-оросительное замачивание. При этом способе предусматриваются периодическое чередование орошения зерна водой и его аэрирование в течение продолжительных воздушных пауз. Чередование орошений и воздушных пауз продолжается до влажности ячменя 44...46%.

Замачивание зерна проводят непосредственно в солодорастильных ящиках, имеющих шпиндельные ворошители. В этом случае к солодворошителю с обеих сторон следует прикрепить две трубы с форсунками для распыления воды. Количество форсунок зависит от ширины ящика. Важно их установить так, чтобы орошение зерна было равномерным по всей ширине ящика.

Замачивание зерна воздушно-оросительным способом в ящичных солодовнях с последующим проращиванием осуществляют следующим образом. Вымытый и продезинфицированный ячмень выгружают в ящик и пускают солодворошитель для выравнивания слоя. Затем ячмень ворошат через каждые 4...5 ч, одновременно орошая его водой. После каждого орошения ячмень продувают кондиционированным воздухом, поддерживая заданную температуру.

Ранее при классическом способе получения солода для мойки и замачивания зерна использовали 18...20 м³ воды на 1 т зерна. При современном способе производства солода в ящичных солодовнях с применением воздушно-оросительного способа замачивания процесс ускоряется на 1,5...2 сут, расход воды сокращается до 6...8 м³ на 1 т зерна.

Замачивание с продолжительными воздушными паузами (пневматическое замачивание). По данному способу, распространенному за рубежом, обеспечивают максимальное поступление кислорода в начале роста зародыша, а также учитывают то, что на первой стадии замачивания до влажности 38% происходит быстрое и равномерное прорастание зерна. При этом поглощение воды зерном до влажности 38% зависит от скорости процесса, температуры воз-

духа и воды, а также частоты смены воды и продолжительности замачивания.

При дальнейшем замачивании зерна влажностью 38% в течение суток можно также добиться равномерного прорастания и при влажности 40%. После дополнительного орошения зерна влажность нарастает ступенчато до 43%, а далее до 46...48% и наблюдается дальнейший рост корешков.

Способ замачивания с продолжительными воздушными паузами вначале был разработан для ячменей с повышенной водочувствительностью, но в дальнейшем его стали применять и для стандартного зерна, так как интенсифицировались процессы замачивания и проращивания.

Окончательная влажность 46...48% достигается при орошении водой зерна, поступившего в солодорастильный аппарат.

Поглощение воды зерном в процессе пневматического замачивания происходит следующим образом: при первом водяном замачивании, которое продолжается до 6 ч, зародыш и щиток поглощают воду, что определяет значительную активность ферментов, в частности амилаз, и способствует появлению корешков в период аэрации; одновременно с появлением корешков зерно поглощает воду очень быстро.

При втором водяном замачивании влажность повышается до 38% за счет накопления влаги в алейроновом слое и эндосперме.

При третьем водяном замачивании увеличивается содержание воды в зерне до 42...43%, и при этом происходит активный синтез ферментов.

Длительное воздушное замачивание способствует равномерному распределению влаги в зерновой массе и получению для разного по качеству зерна хорошего проращивания. Для этого способа характерен быстрый рост корешков, что может привести к большим потерям, если не осуществлять строгий контроль за режимом замачивания.

Таким образом, применение способа замачивания с продолжительными воздушными паузами позволяет проводить замачивание зерна за 36...54 ч.

Способ перезамачивания. Он разработан в результате усовершенствования пневматического замачивания. При этом изменены условия воздействия воды и кислорода на зерно, а также иногда применяются химические ингибиторы роста зерна.

За рубежом способ перезамачивания имеет много вариантов, но в большинстве случаев предусматривается на первых этапах замачивание зерна до влажности 38...44%, далее проращивание в течение суток, а затем повторное замачивание — перезамачивание в течение 2...3 сут до влажности 48%.

Перезамачивание ячменя по режимам, применяемым за рубежом (табл. 3.1), предусматривает, что на первом этапе водяного и воз-

3.1. Варианты режимов перезамачивания ячменя

Этапы замачивания	I вариант			II вариант		
	Продолжительность, ч	Влажность зерна, %	Температура, °С	Продолжительность, ч	Влажность зерна, %	Температура, °С
Первое водяное	6...8	35	18	6	32	15
Первое воздушное	20	—	18	18	—	18
Второе водяное	1	44	18	2	38	18
Второе воздушное	22	—	18	24	—	18
Третье водяное	1	52	40	12	50	18
Третье воздушное	40	48	18	60...72	48	10...18

душного замачивания ячмень обеспечивается достаточным количеством влаги и кислорода для дальнейшего проращивания. При повторном замачивании в результате поглощения зерном воды и кислорода активизируются ферментные системы. В процессе водяного замачивания в течение 1 ч при температуре 40 °С или в течение 12 ч при температуре 18 °С происходит резкое торможение прорастания зерна, инактивируется жизнедеятельность корешков — замедляется их развитие, снижаются потери сухих веществ за счет дыхания. Ингибирование в результате повышения влажности зерна на конечной стадии перезамачивания, а также воздействие на зерно химическими ингибиторами проводится непосредственно перед стадией растворения. За рубежом, чтобы обеспечить гибель корешков, в качестве химических ингибиторов используют формальдегид, уксусную кислоту и др.

Заключительное воздушное замачивание способствует хорошему растворению зерна перед поступлением ячменя в солодорастильный аппарат. В период длительного, например 12 ч, вторичного перезамачивания может появиться неприятный запах.

Зарубежные авторы считают, что способ перезамачивания имеет следующие преимущества: возможность замачивать чувствительные к воде ячмени благодаря низкой начальной влажности; снижение потерь сухих веществ при проращивании примерно на 1,5%; время проращивания сокращается на один день; не требуются значительные конструктивные изменения. Недостатки способа: при повторном использовании воды солод имеет неприятный запах; продолжительность сушки удлиняется; повышается потребление энергии.

Отличия отечественных сортов ячменя от зарубежных, в частности по содержанию белка, обусловили разработку в б. Научно-производственным объединении пивобезалкогольной промышленности (НПО ПБП) совместно с Московским государственным университетом пищевой промышленности (МГУПП) технологии солодоращения способом перезамачивания.

По разработанному режиму замачивание и проращивание ячменя осуществляют в аппарате для замачивания, дооборудованном ложным днищем, чтобы вентилировать зерно, а растворение солода — в солодорастильном ящике, укомплектованном вентиляционно-теплообменным агрегатом.

В соответствии с режимом перезамачивания предусматриваются вначале мойка зерна и снятие сплава в течение 1...2 ч, а затем дезинфекция его раствором марганцовокислого калия из расчета 25 г/м³ воды в течение 2...3 ч с последующей промывкой свежей водой.

После дезинфекции приступают к перезамачиванию зерна, предусматривающему погружение его в воду с чередованием длительных воздушных пауз.

Этот способ перезамачивания ячменя позволяет достигать на вторые-третьи сутки влажности зерна 47...48%, что способствует ускорению протекания гидролитических процессов и сокращению продолжительности растворения эндосперма зерна при солодоращении. Применением раствора хлорида кальция обеспечивается инактивация роста корешков.

По окончании перезамачивания зерно промывают водой и гидротранспортером подают в солодорастильный ящик. При этом скорость движения водно-зерновой смеси по трубопроводу не должна быть выше 1,5 м/с, а температура 13...15 °С.

Первоначально зерно в солодорастильном ящике продувают воздухом температурой 16...18 °С в течение 3...5 ч для достижения влажности 49...51% и снятия поверхностной влаги с зерна. Далее продувают зерно воздухом температурой 16...18 °С через каждые 4...6 ч для растворения эндосперма в течение 48...72 ч.

Свежепроросший солод затем передают на подвяливание и сушку по общепринятому режиму.

При внедрении способа перезамачивания можно увеличить мощность солодовенных цехов без расширения производственных площадей. Длительность приготовления свежепроросшего солода по сравнению с классическим способом сокращается с 9...11 до 5...6 сут.

Замачивание с учетом физиологических особенностей зерна. Этот способ применяют при осуществлении технологии производства солода с использованием ингибиторов и активаторов, разработанной в б. Ленинградской технологической лаборатории НПО ПБП. Замачивание рекомендуется проводить по двум различным режимам в течение года — в осенний, зимний и весенне-летний периоды.

Ячмень, используемый осенью (в стадии послеуборочного дозревания), содержит большое количество биологически активных веществ (БАВ), ингибирующих прорастание, дыхание и активность гидролитических ферментов. Ячмень, направляемый на переработку зимой, обладает оптимальной для солодоращения прорастаемостью и активностью гидролитических ферментов. Весной ячмень

характеризуется малым содержанием БАВ и максимальной степенью прорастаемости.

Разработанные режимы замачивания предусматривают проведение определенных операций, позволяющих устранить отрицательные факторы, присущие ячменю, замачиваемому в разное время года.

1-й режим, осенний (сентябрь — декабрь). Вначале зерно замачивают в воде, содержащей 0,1...0,2% карбоната или гидроокиси натрия в течение 6...8 ч при 13...14 °С, что позволяет ограничить ингибирующее действие БАВ. Далее замачивание осуществляют по технологии, принятой на заводе. В конце замачивания в последнюю воду добавляют этиловый раствор гиббереллиновой кислоты из расчета 200...250 мг на 1 т ячменя. Этот раствор вносят в замочный аппарат при аэрации зерна и по истечении 8...10 ч воду выливают, а зерно направляют на ращение и сушку. Этот режим также применяют при переработке в январе — марте некондиционного ячменя.

2-й режим, весенне-летний (апрель — июль). В первой воде зерно находится без смены ее в течение 18...24 ч при постоянной аэрации ячменя в целях сохранения в зерне БАВ.

Применение данных режимов замачивания ячменя в течение года позволяет увеличить выход солода и улучшить его качество.

* *
*

Для применения современных способов замачивания целесообразно обычные аппараты для замачивания дооборудовать, в частности, трубопроводом для подачи сжатого воздуха, вытяжными вентиляторами для удаления диоксида углерода.

За рубежом получают распространение прямоугольные аппараты с несколькими конусообразными спусками и цилиндрические аппараты с плоским днищем, в которых можно обеспечивать равномерную высоту слоя зерна и тем самым точное выполнение технологического режима.

Следовательно, современные способы замачивания основаны на изменении в сравнении с традиционными способами физических условий процесса, что позволяет добиваться быстрого и равномерного поглощения воды ячменем и в дальнейшем способствовать интенсификации проращивания и уменьшению потерь.

3.2.1.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКОНЧАНИЯ ПРОЦЕССА ЗАМАЧИВАНИЯ

Конечная влажность ячменя называется степенью замачивания, ее определяют практическим и лабораторным путем. Практическим путем окончание замачивания устанавливают по следующим признакам:

1) при сдавливании кончиков зерна между двумя пальцами оно не должно колоть, должно сжиматься; оболочка при этом слегка отходит от мучнистого тела;

2) зерно перегибается, не разламываясь, через ноготь, причем оболочка должна легко отделяться;

3) при разрезании тупым ножом зерно должно раздаваться в ширину; если полного замачивания не достигли, зерно расщепляется на две части;

4) разрезанное зерно должно оставлять на дереве меловую черту;

5) зерно должно гладко разделяться в направлении бороздки, поверхность раздела должна быть равномерно смочена вплоть до маленького островка в середине;

6) зерно должно поддаваться расщеплению его вкось ногтем.

Лабораторным методом степень замачивания находят с помощью сетчатого стакана или по массе 1000 зерен.

Степень замачивания определяют при помощи металлического сетчатого или перфорированного стакана, который может вместить навеску ячменя в разбухшем состоянии. В стакан отвешивают 100 г зерна, закрывают крышкой, на проволоке опускают в аппарат в массу замачиваемого зерна. По окончании замачивания стакан извлекают из аппарата, удаляют с него влагу и взвешивают. Зная влажность исходного ячменя, рассчитывают степень замачивания ячменя (в %) при навеске 100 г:

$$W = [(a_1 + w)100]/(100 + a_1), \quad (3.1)$$

где a_1 — увеличение массы стакана с зерном после замачивания, г; w — влажность ячменя до замачивания, %.

При переработке хорошо отсортированного ячменя степень замачивания находят по массе 1000 зерен. Путем взвешивания определяют массу 1000 зерен ячменя до и после замачивания. Зная влажность исходного ячменя, рассчитывают степень замачивания (в %) 1000 зерен:

$$W = 100 - a/b(100 - w),$$

где a — масса 1000 зерен до замачивания, г; b — масса 1000 зерен после замачивания, г.

3.2.2. СОЛОДОРАЩЕНИЕ

После того как в процессе замачивания была достигнута необходимая степень увлажнения ячменя, приступают к непосредственному солодоращению, а именно искусственному проращиванию зерна в определенных условиях. При этом приводят в активное состояние ферменты для их участия в растворении мучнистого тела зерна. Технология солодоращения предусматривает проведение процесса в условиях, позволяющих в минимальные сроки добиться растворения зерна и приготовления качественного солода.

3.2.2.1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕРНА

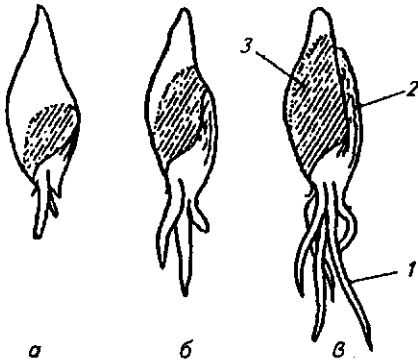


Рис. 3.6. Стадии прорастивания зерна:
а — второй день; б — четвертый день;
в — седьмой день; 1 — корешок; 2 —
листок; 3 — растворение эндосперма

При прорастивании в зерне протекают сложные морфологические превращения — развивается зародыш и нарушается клеточная структура эндосперма. С развитием зародыша появляется зародышевый корешок, который проходит через плодую, семенную оболочку и цветочные пленки. Проникновение корешка через цветочные пленки является внешним признаком начала прорастивания.

В дальнейшем разрываются клетки зародышевого корешка и появляются несколько новых корешков (ростков), длина которых постепенно увеличивается. Обычно длина корешков в 1,5...2 раза больше зерна. Одновременно с корешками начинает развиваться зародышевый листок, который растет под оболочкой и обычно не виден; длина его достигает $\frac{3}{4}$ длины зерна (рис. 3.6). Если длина зародышевого листка свежепросожденного солода превышает длину зерна, то листок называют проростком («гусаром»). Появление видимых проростков указывает на неравномерный рост, излишнее замачивание или на высокую температуру прорастивания.

В зависимости от условий прорастивания (влажности, температуры, содержания кислорода, продолжительности ворошения и т. д.) зародышевые корешки имеют различный вид. При неблагоприятных условиях ростки тонки и вытянуты, при благоприятных — крепки и загнуты.

Под действием комплекса ферментов внутри мучнистой части зерна — эндосперма — происходят глубокие изменения. Растворение начинается в слое эндосперма, ограничивающем зародыш, а затем происходит в направлении к верхнему кончику зерна.

3.2.2.2. БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕРНА

Для усовершенствования процесса солодоращения ячменя большое значение имеют современные способы активации действия ферментов при прорастивании.

В процессе прорастивания ячменя ферменты переходят из неактивного состояния в активное и образуются новые вещества. Из комплекса ферментов, представленных в ячмене, наибольшее зна-

чение имеют гидролитические (карбогидролазы, пептидазы, эстеразы), вызывающие растворение эндосперма зерна.

К карбогидралазам относятся α - и β -амилаза, расщепляющие крахмал, α -глюкозидаза (мальтаза), расщепляющая мальтозу; цитаза, расщепляющая гемицеллюлозу, целлюлозу, гумми-вещества; предельная декстриназа, расщепляющая высокомолекулярные декстрины. К пептидазам относятся эндопептидазы, расщепляющие неактивные белки до полипептидов и пептидов; экзопептидазы, расщепляющие полипептиды и пептиды до аминокислот. К эстеразам относятся липазы, расщепляющие жиры.

В алейроновом слое синтезируются гидролитические ферменты, растворяющие эндосперм благодаря способности зародыша вырабатывать гиббереллиновые кислоты и гиббереллиноподобные вещества. В отечественных сортах ячменя (Вальтицкий, Нутанс 187, Винер) гиббереллиноподобных веществ содержится 4,55... 4,70 мкг/г СВ.

На образование гидролитических ферментов влияют фитогормоны — ауксин, абсцизовая кислота, цитокинин, также выделяемые зародышем. Гиббереллины совместно с ауксинами и цитокининами оказывают стимулирующее действие на синтез ферментов, а абсцизовая кислота обладает противоположным эффектом.

Исследуя механизм образования ферментов в зерне, можно сделать вывод о возможности удаления зародыша, сократить потери на дыхание и образование ростков. В этом случае на первой стадии проращивания необходимо накопить в зерне гиббереллины для синтеза ферментов и лишь затем удалить зародыш. При этом после удаления зародыша следует предусмотреть дополнительную обработку ячменя гиббереллиновой кислотой или другими биостимуляторами.

При проращивании изменяется структура зерна, что связано с действием комплекса ферментов, обуславливающих продолжительность процесса солодоращения и качество солода.

Под действием главным образом α -амилазы, предельной декстриназы, пептидазы, гемицеллюлазы запасные вещества эндосперма расщепляются до низкомолекулярных веществ. Далее эти вещества используются для питания зародыша, синтеза новых веществ и дыхания зерна.

В результате активация ферментов при проращивании приводит к изменению состава углеводов, полисахаридов, азотистых веществ, фосфорорганических соединений, жиров, полифенольных соединений и др. (табл. 3.2). При этом наблюдается увеличение по сравнению с первоначальным содержанием в ячмене моносахаридов и олигосахаридов до 8%, а полифенольных веществ до 35%. Однако при проращивании наблюдается уменьшение содержания фосфатов на 10...20%, что объясняется потреблением их зародышем и выщелачиванием при замачивании. Содержание азотистых и жировых веществ уменьшается, что связано с потерями на дыхание, использо-

3.2. Активация ферментов при проращивании

Ферменты	Субстраты	Продукты реакции	Активность фермента
α -Амилаза	Амилоза	Глюкоза, мальтоза, мальто-триоза, низкомолекулярные декстрины (мало)	На 3—5-е сутки проращивания находится в активной форме. Предельная активность: при 12...14 °С — на 11—14-е сутки, при 18...20 °С — на 7-е сутки и при 27...28 °С — на 5-е сутки
	Амилопектин	Глюкоза, мальтоза, изо-мальтоза, низкомолекулярные декстрины (мало)	
β -Амилаза	Амилоза	Мальтоза	На 4—5-е сутки находится в активной форме. Предельная активность при 12...14 °С на 10—12-е сутки, а при 30 °С на 4—5-е сутки
	Амилопектин	Мальтоза, высокомолекулярные декстрины	
R-Фермент	Амилопектин, высокомолекулярные декстрины	Мальтоза (мало), низкомолекулярные декстрины	Находится в активной форме. Предельная активность при 70 °С
α -Глюкозидаза (мальтаза)	Мальтоза	Глюкоза	Предельная активность при 35...40 °С, при температуре выше 40 °С активность понижается. Во время проращивания активность повышается в 2 раза
β -Фруктофуранозидаса (сахараза)	Сахароза	Глюкоза, фруктоза	В исходном ячмене содержится в незначительном количестве. Во время проращивания активность повышается в 10 раз
Олигодекстрин-6-глюканогидролаза (декстриназа)	Высокомолекулярные декстрины	Глюкоза, мальтоза, мальто-триоза, олигосахариды (прямойлинейные)	При проращивании до 6 сут активность повышается, а затем не изменяется
Эндо- β -глюканаза	β -Глюкан	Водорастворимые соединения гумми-вещств	Активность повышается в 10...11 раз
Экзо- β -глюканаза	β -Глюкан	Целлобиоза, ламинарибиоза	Активность повышается в 4...10 раз
β -Глюкозидаза (целлобиаза)	Целлобиоза	Глюкоза	В исходном ячмене активность высокая, но убывает при проращивании
Ламинарибиаза	Ламинарибиоза	Глюкоза	Активность повышается
Эндоксилаза	Ксилан	Ксилобиоза, ксилоза	Активность повышается в 3 раза
Экзоксиланаза	Арабиноксилан, ксилобиоза	Ксилоза	Активность повышается в 2 раза

Ферменты	Субстраты	Продукты реакции	Активность фермента
Арабинозидаза	Арабиноксилан	Арабиноза	Активность повышается в 1,8 раза
Ксилобиаза	Ксилобиоза	Ксилоза	Активность повышается в 2 раза
Эндопептидаза	Высокомолекулярные протеины	Полипептиды, пептиды	Активность повышается в 5...6 раз
Карбоксипептидаза	Полипептиды, пептиды	Аминокислоты	Активность повышается в 4...5 раз
Аминопептидаза	Высокомолекулярные протеины, полипептиды	»	Активность повышается в 1,5...2,5 раза
Дипептидаза	Дипептиды	Аминокислоты	Активность повышается в 2...3 раза
Каталаза	Перекись водорода Донор водорода (этанол, метанол, фенолы, муравьиная кислота и т. д.)	Вода, кислород Продукт окисления донора — водорода	Активность повышается в 2...2,5 раза
Пероксидаза	Перекись водорода, донор — водород (полифенолы, ароматические амины и т. д.)	Вода, кислород Окисленный донор	Активность повышается в 7...9 раз
Ортодифенолоксидаза (полифенолоксидазы)	Фенольные кислоты (в присутствии молекулы кислорода) Дифенол (в присутствии молекулы кислорода)	Дифенол, вода Хинон	Активность повышается в 2 раза
Липаза	Триглицерид карбоновых (жирных) кислот	Карбоновые (жирные) кислоты, диглицериды	Активность повышается в 2 раза
Кислая фосфатаза (фосфатаза)	Фитин (липоинозитгексафосфат)	Неорганические фосфаты, инозит	Активность повышается в 7...10 раз

ванием их зародышем и выщелачиванием при замачивании. Потери могут составлять от 4 до 40%. Гидролизуются 80...90% водорастворимого β -глюкана, количество гемицеллюлоз в клеточных стенках эндосперма снижается на 25%, содержание пектиновых веществ уменьшается на 15...20%.

В настоящее время доказано, что отчетливые изменения состава ячменя под действием ферментных систем происходят в течение первых пяти суток проращивания, а в последующие сутки эти изменения незначительны.

3.2.2.3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОРАЩИВАНИЕ ЗЕРНА

На процесс солодоращения влияют следующие факторы: влажность проращиваемого ячменя; температура ращения, степень аэрирования; продолжительность проращивания.

Влажность. При производстве темного солода всегда стремятся к высокой влажности (45...47%) проращиваемого ячменя, чтобы достичь более глубокого растворения зерна. По современной технологии светлого солода также предусматривается проращивание ячменя при повышенной влажности (45...48%) по сравнению с принятой ранее (42...44%). При этом важно, чтобы влажность увеличивалась с учетом изменений, происходящих в зерне.

Высокий показатель влажности поддерживают в течение 2...4 сут, для чего зерно орошают водой. Благодаря повышению влажности ячменя при проращивании до 48% можно улучшить степень растворения солода, которая оценивается лабораторными методами определения разницы экстрактивности в тонком и грубом помоле и степени белковой растворимости (числом Кольбаха).

Увеличивается активность α - и β -амилазы, но повышается цветность солода вследствие увеличения степени растворения низкомолекулярных азотистых веществ и полифенолов.

Потери сухих веществ также повышаются, но при этом не наблюдается понижения экстрактивности солода.

Температура. На активацию и образование ферментов при проращивании первоочередное влияние оказывает температура.

В большинстве случаев ячмень необходимо проращивать при низкой температуре (13...18 °С). При температуре ниже 6 °С и выше 30 °С процессы жизнедеятельности в ячмене прекращаются.

В диапазоне от 14 до 18 °С обеспечиваются высокая экстрактивность солода, усиление амилалитической и протеолитической активности ферментов, более глубокое растворение белков и снижение потерь сухих веществ.

На 4—5-е сутки проращивания ячменя деятельность ферментов ослабевает, и для дальнейшей их активации необходимо повысить температуру.

При проращивании солода температура в течение 4...5 сут не должна быть ниже 13 и выше 18 °С. Для повышения степени растворения белков температуру повышают до 19...20 °С.

В последующие сутки проращивания ячменя с высоким содержанием белка (выше 11,5%) температуру увеличивают до 20...22 °С, чтобы усилить действие цитолитических ферментов и растворение зерна.

Повышение температуры до 25 °С приводит к высоким потерям сухих веществ, ослаблению активности ферментов и образованию плесени.

Для получения светлого солода ячмень проращивают при низкой температуре — от 13 до 18 °С, для приготовления темного солода в первые сутки ращения температура 15...17 °С, а в последующие ее повышают до 22...25 °С.

Степень аэрации. В начале проращивания ячмень нуждается в кислороде, поскольку диоксид углерода препятствует дыханию зародыша и образованию α -амилазы, эндо- β -глюканазы и эндопептидазы. Следовательно, в этот период ячмень следует аэрировать.

На 4—5-е сутки проращивания, когда накопившиеся в достаточном количестве ферменты уже могут действовать без кислорода, ограничивают аэрирование ячменя, что приводит к сокращению потерь сухих веществ на дыхание.

Обоснованная аэрация ячменя при проращивании приводит к снижению потерь сухих веществ и приготовлению качественного солода.

Продолжительность проращивания. Время, необходимое для достижения требуемой степени растворения зерна, зависит от сорта, года урожая и места произрастания ячменя, а также от типа приготавливаемого солода и способа солодоращения.

На заводах готовят светлый солод хорошего качества в течение 6...7 сут при изменении влажности, температуры и степени аэрации проращиваемого ячменя.

Как сказано выше, обеспечивая высокую влажность ячменя (47...48%), поступающего на проращивание, в сочетании с соответствующей температурой и степенью аэрации можно сократить длительность солодоращения.

Если в течение 6 сут невозможно достичь желаемого растворения зерна, то солодоращение следует проводить 7...9 сут.

При увеличении периода солодоращения на двое суток и повышении влажности ячменя до 49% удастся получить нужную степень растворения зерна. Тем не менее качество этого солода уступает 6—7-суточному солоду, приготовленному из хорошего по качеству ячменя. Потери сухих веществ в этом случае на 1,0...1,7% выше, что обусловлено сокращением продолжительности проращивания на 2...3 сут.

Следовательно, приготовление солода из ячменя низкого каче-

ства приводит к увеличению времени проращивания и повышению потерь сухих веществ. В солодовенном производстве для уменьшения периода солодоращения и потерь сухих веществ применяют активаторы и ингибиторы роста зерна.

3.2.2.4. ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВАТОРОВ И ИНГИБИТОРОВ РОСТА ПРИ СОЛОДОРЩЕНИИ

Для стимулирования прорастания ячменя применяют специальные активаторы, которые более эффективны, чем вырабатываемые зародышем гиббереллиноподобные вещества (гиббереллиновая кислота и гиббереллин).

Наибольшее практическое значение из всех активаторов имеет гиббереллиновая кислота (ГК). Находят применение также молочная, феруловая и индолилуксусная кислоты, диаммонийфосфат, кумарин, соли поликарбонатовых кислот и другие вещества.

Опыт применения ГК указывает, что ее следует вносить в последнюю воду для замачивания или обрабатывать ячмень после выгрузки из аппарата. Расход ГК составляет 0,15...0,25 мг/кг и может изменяться в зависимости от качества ячменя. При использовании ГК можно сократить продолжительность солодоращения почти на сутки и увеличить экстрактивность солода на 1,3%.

При совместном применении молочной кислоты и диаммонийфосфата (ДАФ) замачивание ячменя проводят до влажности 42...43%, а затем осуществляют проращивание по общепринятой технологии. Через 5...6 ч после начала проращивания ячмень опрыскивают водным раствором молочной кислоты (1,5...2,0 кг/т), а после 26...28 ч — водным раствором ДАФ (0,8...0,9 кг/т). При этом сокращается время приготовления солода и увеличивается его экстрактивность.

Для уменьшения потерь сухих веществ солода применяют вещества, ограничивающие рост, — ингибиторы. Они могут противодействовать чрезмерному развитию и влиянию ферментов. Ингибиторы используют прежде всего вместе с ростовыми веществами, причем процесс солодоращения безупречно управляется в соответствии с технологией посредством варьирования расхода обоих веществ — активатора и ингибитора.

В последнее время за рубежом в качестве ингибиторов стали применять бромид калия, бромат калия, хлорид кальция, хлорид натрия, формальдегид, нитрат магния и др.

На отечественных заводах при производстве солода способом перезамачивания в качестве ингибиторов применяют хлорид кальция (1,0...1,5 г/кг) или бромид калия (0,15...0,20 г/кг).

Действие активаторов способствует более быстрому образованию и накоплению ферментов, что может привести к перерастворению солода и большим потерям при солодоращении. Поэтому часто

наряду с активаторами на определенном цикле солодоращения используют и ингибиторы. Так, для ингибирования роста корешков ячмень замачивают в теплой воде (25...40 °С) в течение 1...8 ч, а затем добавляют гиббереллиновую кислоту (0,5 мг/кг). В этом случае сокращаются потери сухих веществ и время проращивания, получают солод хорошего качества.

На зарубежных заводах используют один из вариантов способа повторного замачивания, предусматривающий совместное применение теплой воды и гиббереллиновой кислоты.

На предприятиях используют бромат калия (100 мг/кг) в сочетании с гиббереллиновой кислотой (0,25 мг/г). При этом бромат калия оказывает двойное действие: ингибирует рост корешков и уменьшает степень растворения белка. Совместное применение этих веществ приводит к сокращению продолжительности проращивания, уменьшению потерь сухих веществ и улучшению качества солода.

За рубежом практикуется добавление 0,1%-ного раствора формальдегида к последней воде при замачивании или орошение им проращиваемого ячменя, что способствует снижению содержания антоцианогенов в солоде, сокращению времени ращения и потерь сухих веществ.

Таким образом, активаторы и ингибиторы интенсифицируют процесс солодоращения, а для получения желаемого состава солода и сокращения потерь следует применять совместно активаторы и ингибиторы.

3.2.2.5. СПОСОБЫ СОЛОДORAЩЕНИЯ

На отечественных солодовенных заводах для проращивания зерна применяют следующие способы солодоращения: токовое, пневматическое и статическое.

Токовое солодоращение. Токовая солодовня — закрытое помещение с гладким асфальтовым или бетонным полом. Замоченное зерно выгружают на вымытый и продезинфицированный пол тонким слоем (25...30 см) и проращивают при 10...12 °С, но не выше 18 °С. Для подвода кислорода воздуха и поддержания требуемой температуры зерно периодически перелопачивают. Длительность проращивания светлого солода 7...8 сут, а темного — 9 сут. Этот способ требует значительных затрат труда, летом трудно регулировать температуру солода.

Пневматическое солодоращение. Принцип пневматического солодоращения основан на продувании очищенного и увлажненного воздуха определенной температуры через высокий слой прорастающего зерна. При этом обеспечиваются подвод кислорода воздуха к зерну, удаление диоксида углерода и регулируется температура.

Пневматические солодовни по конструкции разделяются на ячичные и барабанные.

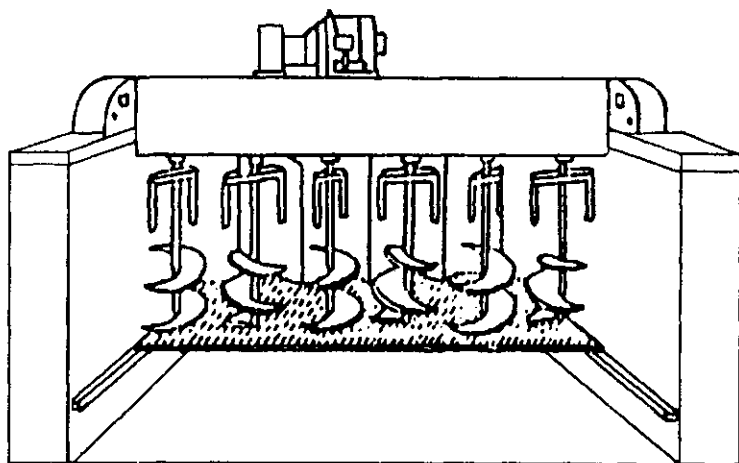


Рис. 3.7. Ящичная пневматическая солодовня

Ящичная солодовня состоит из нескольких открытых солодовенных ящиков прямоугольной формы (рис. 3.7).

Ящик имеет два дна: внутреннее (сетчатое), на которое помещают зерно, и наружное (цементированное) с небольшим уклоном для стока воды. В подситовое пространство вентилятором подают кондиционированный воздух. На продольных стенках ящика укрепляют рельсы, по которым движется шнековый ворошитель. Количество ящиков соответствует количеству суток ращения; обычно их бывает восемь.

При проращивании в этой солодовне замоченное, продезинфицированное зерно распределяют по всей площади ящика слоем высотой 0,8...1,2 м. В процессе проращивания зерно продувается воздухом относительной влажностью не ниже 90% и температурой на 2...3 °С ниже оптимальной температуры солода. Между верхним и нижним слоями солода в ящике разница температур должна составлять 2...4 °С. В ящике поддерживается температура солода 12...16 °С.

Для приготовления солода с повышенной ферментативной активностью в течение первых 5 сут проращивания независимо от температуры зерно продувают свежим воздухом. В первые двое суток продувают солод в ящике каждый час по 10...15 мин. В последующие дни продолжительность продувания воздухом регулируют в зависимости от температуры окружающей среды и солода.

Для улучшения аэрации и предотвращения сплеления корешков солода с помощью шнекового ворошителя 2 раза в сутки зерно ворошат, передвигая из одного конца ящика в другой. Длительность проращивания зерна в ящике 7...8 сут.

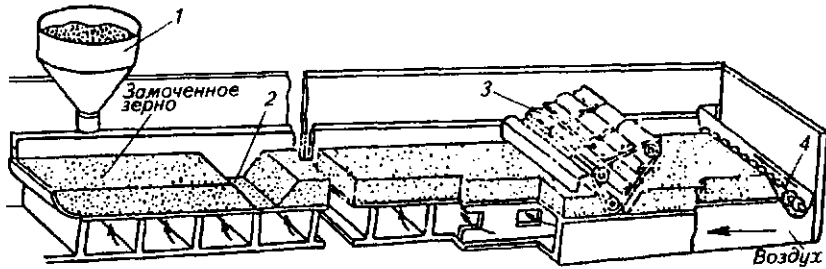


Рис. 3.8. Пневматическая солодовня с передвижной грядкой:

1 — аппарат для замачивания; 2 — свободное сито; 3 — ковшовый ворошитель; 4 — шнек для перемещения свежпроросшего солода

Солодовня с передвижной грядкой — разновидность ящичной солодовни. Такая солодовня (рис. 3.8) представляет собой длинный ящик, подситовое пространство которого разделено поперечными перегородками на 8...16 отделений. В этой солодовне осуществлена полная механизация работ с зерном с помощью ковшового ворошителя.

Зерно, выгруженное из аппарата для замачивания, через каждые 12 ч при помощи ковшового ворошителя перемещается от одного конца аппарата к другому. Для поддержания необходимых температурного и влажностного режимов проращивания зерна в подситовое пространство ящика подают кондиционированный воздух. За 7...8 сут проращиваемое зерно продвигают вдоль всего ящика, за это время оно превращается в свежпроросший солод, который ковшовым ворошителем выгружают в приемный бункер.

Преимущества солодовни с передвижной грядкой по сравнению с обычной ящичной солодовней следующие: проще устройство ворошителя; снижаются капитальные затраты на строительство.

Однако этот способ имеет ряд недостатков. При наличии общей камеры кондиционирования создаются трудности в регулировании процесса солодоращения в отдельных секциях аппарата. Во время работы ковшового ворошителя солод травмируется, кроме того, смешивается зерно различной степени прорастания. Профилактика аппарата продолжается более 10 дней, следовательно, снижается производительность цеха.

Барабанная солодовня состоит из ряда солодорастильных барабанов, число которых соответствует числу суток проращивания зерна.

Солодорастильные барабаны бывают закрытыми и открытыми. В практике применяют закрытые барабаны. На солодовенных предприятиях эксплуатируют два вида закрытых пневматических барабанов: с плоским ситом («ящичный») и с ситчатыми трубами.

Барабан с плоским ситом представляет собой стальной горизонтальный цилиндр, опирающийся двумя бандажами на две пары опор-

ных роликов. Внутри барабана укреплено плоское сито, на которое ровным слоем укладывается проращиваемое зерно.

Замоченное зерно загружают в барабан, заполняя 50...60% его объема, и приводят во вращение для выравнивания слоя ячменя. Проращивание зерна происходит в неподвижном барабане при нижнем горизонтальном положении сита. Для перемешивания зерна барабан приводят во вращение через 3 ч в 1...4-е сутки и через 4...6 ч в 5...6-е сутки.

В процессе проращивания в барабане зерно продувается кондиционированным по температуре и влажности воздухом, подаваемым через воздухопроводы. Температура его обычно поддерживается 10...14 °С.

Применяя барабанные солодовни, можно автоматизировать процесс проращивания зерна, механизировать трудоемкие работы и получить качественный солод.

Статическое солодоращение. Способ заключается в том, что в одном и том же аппарате осуществляются процессы замачивания и проращивания зерна, а иногда и сушка солода. Этот способ получил широкое распространение, хотя в последнее время интерес к нему

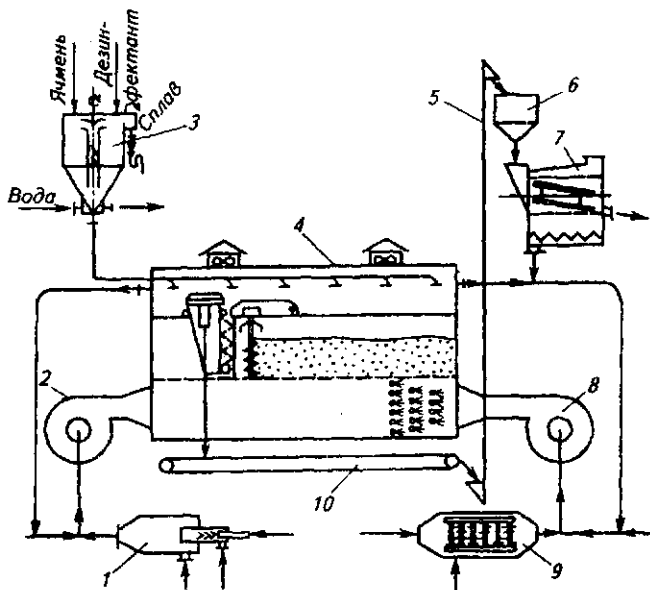


Рис. 3.9. Аппаратурно-технологическая схема производства солода в статической солодовне:

1 — кондиционер с оросительным устройством; 2, 8 — вентиляторы; 3 — моечный аппарат; 4 — солодорастильный аппарат; 5 — нория; 6 — бункер; 7 — росткоотбойная машина; 9 — теплогенератор; 10 — транспортер

несколько упал из-за некоторых сложностей в регулировании технологических процессов.

При производстве светлого солода в статической солодовне ячмень вначале направляют на мойку и дезинфекцию в моечный аппарат 3 (рис. 3.9), предварительно заполненный на $\frac{1}{3}$ водой. Зерно перемешивают, оставляют в течение 2 ч в воде, снимают слав, еще раз перемешивают и опять снимают слав. При снятии слада непрерывно подают свежую воду снизу вверх. После получения светлых промывных вод в аппарат вводят раствор дезинфицирующего вещества. Затем зерно перемешивают и оставляют в течение 2 ч в покое для обеззараживания, потом раствор сливают, промывают зерно свежей водой, наполняют вновь свежей водой и после 6...8 ч выдержки насосом перекачивают водно-зерновую смесь в солодорастильный аппарат 4.

Загруженный на сита солодорастильного ящика ячмень распределяют равномерным слоем при помощи шнекового ворошителя и оставляют в покое на 4...6 ч. Во время замачивания зерно периодически орошают водой температурой 12...14 °С для удержания на нем поверхностной влаги и доведения конечной влажности до 43...46%. Первое орошение зерна выполняют одновременно с прохождением ворошителя по ящику.

Последующие циклы орошения при ворошении производят в зависимости от свойств ячменя (способности к замачиванию) примерно через каждые 6...8 ч в продолжение всего процесса замачивания до достижения влажности 43...45%.

Через 2 ч после начала замачивания осуществляют первую продувку слоя зерна кондиционированным воздухом температурой 12...14 °С и влажностью 85...98%. Последующие продувки продолжительностью 15 мин следует проводить каждый час в течение всего периода замачивания.

Продолжительность замачивания около 42 ч. Расход воды на орошение 2 м³/т сухого ячменя.

Приблизительно через 40 ч после начала замачивания, когда влажность зерна достигает 43...45%, орошение прекращают. В процессе проращивания зерновую массу периодически продувают кондиционированным воздухом (влажность 85...98%, температура 11...18 °С). Температура в слое зерна должна поддерживаться 14...18 °С. В случае подсыхания зерна, если влажность воздуха недостаточна, разрешается доувлажнять зерно орошением во время движения ворошителя. Когда длина корешков свежепросожденного солода достигает $\frac{3}{4}$... $\frac{1}{2}$ длины зерна, а такие зерна можно легко растереть между пальцами и на них остается белый мучнистый след, приступают к сушке.

Сушку проводят в пять стадий при постоянном повышении температуры сушильного агента. Режим корректируют в зависимости от качества свежепросожденного солода. Если при окончании сушки

солод имеет неравномерную влажность, то можно проводить ворошение солода.

Для получения светлого солода длительность сушки в зависимости от скорости сушильного агента и удельной нагрузки солода на сита должна быть 24...36 ч. На последних этапах сушки допускается частичная рециркуляция воздуха.

По окончании сушки солода его охлаждают до 40...50 °С продуванием воздуха через слой горячего зерна.

Охлажденный солод выгружают в промежуточный бункер б свежесушенного солода, затем подают в росткоотбойную машину 7 и после взвешивания направляют в бункер для очищенного солода. Ростки направляют в специальный бункер.

Преимущество этого способа: уменьшение транспортных операций, а значит, и сокращение потерь солода. Применяя этот способ, можно снизить удельный расход воды, уменьшить металлоемкость оборудования и сократить технологический цикл.

3.2.2.6. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СВЕЖЕПРОРОСШЕГО СОЛОДА

Полученный в результате проращивания ячменя продукт — свежепроросший солод — отличается от обычного зерна наличием корешка и проростка зародышевого листка большей или меньшей длины, влажностью и растираемостью эндосперма.

Запах свежепроросшего солода должен быть свежим и напоминать огуречный. Кисловатый запах позволяет сделать заключение о неправильном протекании процесса солодоращения, например о интрамолекулярном дыхании в результате слишком длительного или частого опрыскивания или задержки повторного замачивания, слишком длительных периодах выделения диоксида углерода и недостаточной вентиляции, поступлении на переработку ячменя, поврежденного при хранении. Затхлый запах свидетельствует о переработке заплесневевшего ячменя, недостаточной его очистке или о вторичном инфицировании на току или в солодорастильном аппарате.

Проросший солод должен иметь сильные, курчавые корешки одинаковой длины. Вялые, недостаточно развитые корешки являются признаком ненормального процесса солодоращения, а следовательно, слабой ферментативной активности и недостаточной степени растворения солода.

Зародышевый листок в светлом солоде должен достигнуть $\frac{2}{3}$... $\frac{3}{4}$, в темном — $\frac{1}{2}$...1 длины зерна. В светлом и темном солоде содержание проросших зерен должно быть не менее 95%. Появление большого количества проростков указывает на перерастворение солода и большие потери экстрактивных веществ.

При растирании зерна должен получаться сухой мучнистый

порошок. Липкая или тестообразная консистенция может свидетельствовать о слишком позднем или слишком обильном орошении. При сушке у таких зерен появляется плохой запах, они с трудом высушиваются, дают стекловидный, труднорастворимый солод.

3.2.3. СУШКА СОЛОДА

Свежепроросший солод сушат для удаления влаги, которая делает его непригодным к хранению, для накопления в солоде ароматических и красящих веществ; помимо того, освобождают сухой солод от ростков, придающих пиву неприятный вкус.

3.2.3.1. ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В СОЛОДЕ ПРИ СУШКЕ

В процессе сушки солод претерпевает глубокие физические, химические, биохимические и физиологические изменения.

Физические изменения заключаются в значительном уменьшении влажности с 40% и более до 3...5% для светлого и до 1,5...2,0% для темного солода, изменении объема, цвета, аромата и вкуса солода. Процессы роста прекращаются, если влажность солода снижается до 20%, а температура не превышает 40°C.

Процесс солодосушения условно можно разделить на три основные фазы: физиологическую, ферментативную и химическую. В действительности же ферментативные и химические процессы в большей или меньшей степени протекают на протяжении всех стадий.

Физиологическую фазу можно рассматривать как продолжение проращивания ячменя, так как на этой стадии свежепроросший солод содержит около 45% воды и имеет не слишком высокую температуру (40...45 °C). Поэтому прорастание будет продолжаться до тех пор, пока не понизится влажность солода до 30%, а температура не превысит 45 °C. В этой фазе продолжается образование ферментов, происходит дыхание солода, а следовательно, имеются и потери сухих веществ.

Ферментативная фаза протекает при температуре от 45 до 75 °C. Влажность солода уменьшается с 30 до 10%.

Ферментативные процессы в начале сушки продолжают даже с несколько большей интенсивностью, чем при проращивании. Затем с повышением температуры активность ферментов постепенно падает и при окончательной досушке снижается до минимума.

Наряду с процессами роста и дыхания протекают ферментативные процессы. Они продолжают и после физиологической стадии: зародыши отмирают, но гидролитические процессы под действием ферментов еще продолжают, и в солоде происходит дальнейшее накопление продуктов распада углеводов и белков, которые являются исходными веществами для образования веществ, придающих солоду цвет, вкус и запах.

Активность ферментов наблюдается до тех пор, пока температура солода не превысит 60 °С. При этом проявляют свою активность амилолитические и протеолитические ферменты и в меньшей степени ферменты, действующие на клеточные оболочки полисахаридов. В результате этого заметно увеличивается количество фруктозы, глюкозы, сахарозы и пентоз с низкой молекулярной массой, в то время как количество мальтозы и мальтотриозы, по существу, остается неизменным.

В процессе сушки светлого солода и в меньшей степени темного солода происходит частичная инактивация большинства ферментов, особенно цитаз, липаз, экзопептидаз, полифенолоксидаз, глюкозназ, олигодекстрин-6-глюканогидролазы, фитазы. При высушивании темного солода может быть потеряно до 50...60% α -амилазной активности и до 70% β -амилазной, а при сушке светлого солода теряется до 30% β -амилазной и незначительное количество α -амилазной активности.

Коагуляция белков, входящих в состав ферментов, обуславливает понижение их активности. Кроме того, происходит коагуляция и некоторых запасных белков, что является важной особенностью сушки солода для повышения стойкости пива. Это относится в первую очередь к белкам, представляющим фракцию А по Лундину (лейкозин, эдестин, альбумозы).

В физиологической, а затем ферментативной фазе сушки значительно увеличивается количество почти всех аминокислот, содержание которых после 12 ч сушки достигает своего максимума. Возрастает количество аспарагиновой кислоты, треонина, глицина, аланина, гистидина, аргинина, а глутаминовой кислоты — почти в 16 раз. При повышении температуры и снижении влаги в солоде действие протеолитических ферментов постепенно ослабевает, но усиливается взаимодействие сахаров и аминокислот. Поэтому уже через 17...18 ч сушки уменьшение количества аминокислот становится значительным, и оно продолжается до окончания сушки. В наибольшей степени снижается содержание аспарагиновой кислоты, лейцина, метионина, валина, тирозина, лизина, глицина, фенилаланина, гистидина, глутаминовой кислоты и серина. Уменьшение количества аминокислот к концу сушки по сравнению с максимально накопленным количеством составляет не менее 25%.

Химическая фаза охватывает зону температур от 70 до 105 °С. При температуре выше 75° С все ферментативные процессы прекращаются, так как одна часть ферментов инактивируется, а другая — адсорбируется коллоидами зерна, и все они переходят в неактивное состояние.

Химические процессы, протекающие в солоде при сушке, неодинаковы на разных ее стадиях и у разных типов солода. Содержание крахмала, пентозанов и клетчатки изменяется незначительно, количество же инвертного сахара существенно снижается.

Основные реакции, приводящие к образованию меланоидинов, протекают в химической фазе сушки при температуре 80...105 °С. Меланоидины образуются в основном за счет серосодержащих аминокислот, обладающих большой химической активностью, например серина.

В химической фазе сушки солода протекает также процесс терморасщепления углеводов, который приводит к появлению таких окрашенных продуктов, как карамели. Окисление полифенолов под действием ферментов оксидаз может вызывать образование дикарбонильных соединений, способных реагировать с аминокислотами. В результате полимеризации образуются меланоидины.

Карамелизованные вещества придают пиву горький вкус жженого солода и сильно повышают цветность готового продукта. Меланоидины сообщают пиву характерные вкус и аромат, повышают его пеностойкость. Они обладают кислой реакцией, что положительно сказывается на кислотности солода, а благодаря их восстановительным свойствам обеспечивается хорошая коллоидная стойкость пива.

Процесс сушки влияет на количество растворимых веществ в солоде, т. е. на выход экстракта. С повышением температуры и длительности сушки выход экстракта уменьшается.

От температуры сушки солода зависят также свойства меланоидинов, влияющих на аромат, пенообразование, пеностойкость и стойкость пива.

3.2.3.2. ТИПЫ СУШИЛОК, СПОСОБЫ И РЕЖИМЫ СУШКИ СОЛОДА

Пивоваренный солод сушат периодическим и непрерывным способами. Солод сушат в основном в горизонтальных одно- или многоярусных либо вертикальных солодосушилках. Применяют также барабанные сушилки.

В качестве сушильного агента используют воздух, нагретый в теплообменнике топочными газами, или непосредственно смесь воздуха с топочными газами, полученными при сжигании твердого, газообразного или жидкого топлива.

Режимы сушки солода зависят как от способа сушки, так и от типа сушилки. Однако для большинства применяемых типов сушилок периодического действия (особенно для горизонтальных двух- и трехъярусных) требуются значительные затраты ручного труда, имеются сложности с автоматизацией производственного процесса.

Горизонтальные сушилки. Широкое распространение получили одноярусные высокопроизводительные сушилки с опрокидывающейся горизонтальной сушильной решеткой, на которой можно уложить толстый слой (до 1,3 м) солода. В таких сушилках можно механизировать процесс выгрузки солода и предотвращать пониже-

ние температуры воздуха в сушильных камерах, что, естественно, приводит к экономии топлива на единицу продукции.

Значительно меньше распространены двух- и трехъярусные сушилки с опрокидывающимися решетками, так как в них, несмотря на механизацию выгрузки с решеток, не удастся полностью механизировать процесс загрузки нижних ярусов. Из-за этого существенно снижается производительность сушилок, увеличиваются потери теплоты и т. д. Высота слоя солода в этих сушилках также намного меньше.

Для сушки солода в толстом слое (до 1,3 м) в Московском конструкторском бюро оборудования напитков (МОСКОН) разработана конструкция одноярусной горизонтальной сушилки периодического действия с опрокидывающимися решетками марки РЗ-ВСО-1 производительностью 16...40 т/сут с механизированной загрузкой свежепросоженного солода и выгрузкой готового продукта. Сушку солода можно вести в автоматическом режиме и при дистанционном управлении процессом.

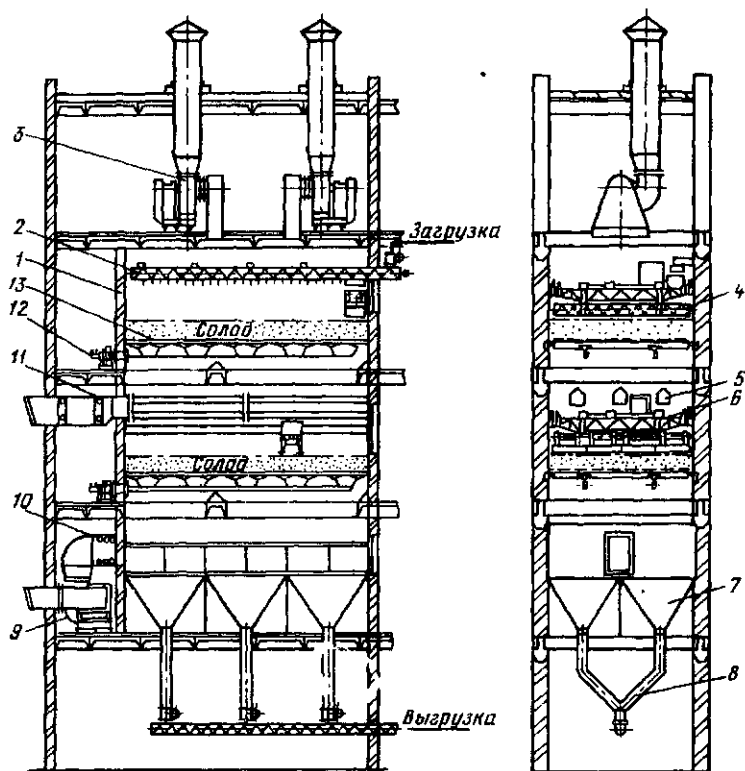


Рис. 3. 10. Горизонтальная двухъярусная сушилка марки Ш4-ВСС-25

В МОСКОНе также создана горизонтальная двухъярусная сушилка периодического действия марки Ш4-ВСС-25 (рис. 3.10) производительностью 25 т/сут. Площадь сушильных решеток 92 м².

Сушилка может быть размещена в типовых зданиях солодовен. Узлы сушилки, поставляемые предприятием-изготовителем, монтируют на межэтажных перекрытиях и в вертикальной шахте 1, выполненной из кирпича, сборного или монолитного железобетона. По высоте шахта сушилки разделена на три камеры двумя ярусами поворотных решеток 13 с приводами 12. В верхней камере смонтированы загрузочный шнек 2 и наслаиватель 4. В средней камере установлен разравниватель 6. В нижней камере размещены шесть бункеров 7 с самотеками 8. Под нижнюю решетку воздух подается центробежным вентилятором 9 через блок воздухонагревателей 10. Через верхнюю решетку воздух проходит благодаря разрежению, создаваемому двумя вентиляторами 3. Под верхнюю решетку дополнительно через короба 5 подсасывается воздух, который может при необходимости подогреваться блоком воздухонагревателей 11. Сушка проводится автоматически, продолжительность ее 20 ч.

Вертикальные сушилки непрерывного действия. Такие сушилки были разработаны в Латвийской сельскохозяйственной академии (ЛСХА). Производительность их может быть 5, 10 и 20 т/сут солода. Сушилка ЛСХА состоит из камеры подвяливания, двух загрузочных, двух сушильных и двух разгрузочных шахт.

Солод из камеры подвяливания поступает в вертикальные загрузочные, а затем в две сушильные шахты, по которым он движется вниз, продуваемый воздухом, нагретым в паровом калорифере.

Шахты сушилки трапециевидной формы с незначительным расширением книзу, вследствие чего устраняется зависание солода между ситами. Каналы прохода теплоносителя расположены так, что сушильный агент 4 раза проходит через слой солода снизу вверх. С помощью разгрузочных валцов непрерывно удаляется в приемный бункер готовый солод, который далее направляется на обработку. Продолжительность сушки солода 10...12 ч.

Применяя вертикальную непрерывнодействующую сушилку ЛСХА, можно сократить продолжительность сушки, значительно снизить расход теплоты и электроэнергии, повысить производительность труда. Однако эта сушилка имеет ряд недостатков, для ликвидации которых авторами сушилки и специалистами пивоваренной промышленности был предложен ряд мероприятий: увеличить на 40% объем камер подвяливания; заменить сита верхней зоны сушильных шахт ситами из нержавеющей стали для исключения коррозии; повысить производительность сушилки на 30...60%, увеличив толщину слоя солода в сушильных шахтах на 5...10 см и мощность вентиляторов в 1,5...2 раза; повысить экономичность сушилки путем замены паровых калориферов газогенераторами.

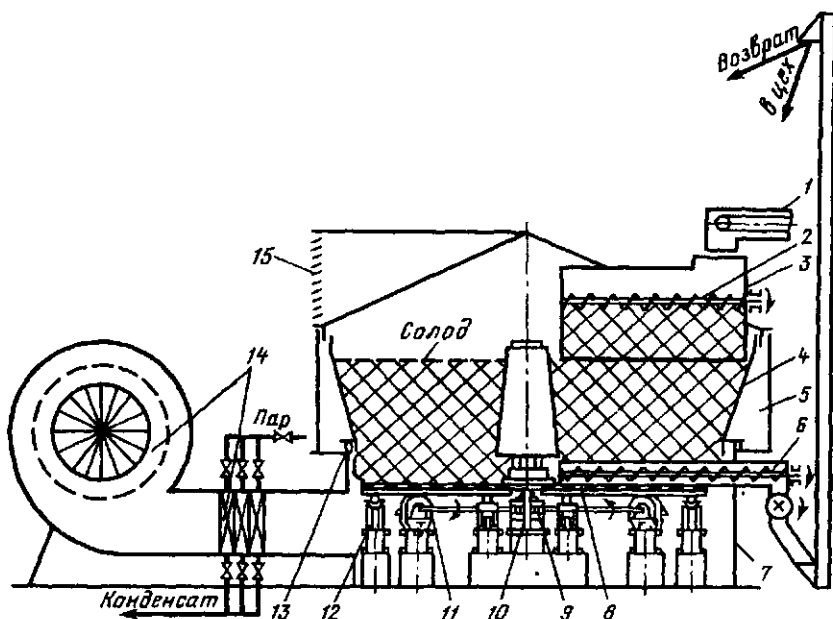


Рис. 3.11. Сушилки карусельного типа непрерывного действия:

1 — конвейер свежепроросшего солода; 2 — шнек; 3 — бункер; 4 — ограждение; 5 — сушильная камера; 6 — разгрузочный шнек; 7 — неподвижный корпус сушилки; 8 — платформа; 9 — подшипник; 10 — редуктор; 11, 12 — соответственно приводной и опорный ролики; 13 — роликоопора ограждения; 14 — теплоventиляционная система; 15 — жалюзи

Сушилки карусельного типа. Применяют сушилки карусельного типа непрерывного действия для сушки солода (рис. 3.11). Свежепроросший солод подается конвейером 1 в бункер 3, где расположен открытый шнек 2, распределяющий солод по всему бункеру. При вращении перфорированной платформы 8 сушилка загружается до нижней кромки бункера. Платформа опирается на 24 ролика, расположенные по двум concentрическим окружностям диаметром 3,6 и 8,0 м. Вращение платформы осуществляется двумя обрeзиненными роликами, расположенными на ее противоположных сторонах. Под платформой неподвижный корпус 7 образует камеру давления, куда вентилятором нагнетается воздух, подогретый в калорифере. После загрузки сушилки свежепроросшим солодом и вывода ее на установленный режим процесс сушки осуществляется в плотном движущемся сверху вниз слое.

Опускание слоя высушиваемого солода достигается за счет непрерывного отбора нижнего слоя разгрузочным устройством и одновременного пополнения верхнего слоя свежепроросшим солодом.

Выгрузное устройство представляет собой шнек, укрепленный в полуоткрытом корпусе со стороны надвигающегося зерна. На верхней кромке выгрузного корпуса установлен рыхлитель. Высота выгружаемого слоя равна диаметру выгрузного шнека.

Процесс сушки осуществляется в противоточном непрерывном режиме, однако сушилка может работать и циклически.

Преимущества карусельной сушилки: большая удельная производительность, низкий расход теплоты и электроэнергии, незначительные капиталовложения, полное использование потенциала агента сушки, хорошее качество солода, компактность, возможность монтажа на открытом воздухе, простота автоматизации. Отличительной особенностью установки является противоточное движение солода и агента сушки, благодаря чему можно получать солод, равномерно высушенный по высоте. Равномерность высушивания по площади обеспечена вращением сушильной решетки вместе с солодом. При противоточном режиме сушки обеспечивается оптимальное соотношение между температурой и влажностью солода.

Режимы сушки солода. Сушка солода в разных сушилках производится в соответствии с технологической инструкцией.

В высокопроизводительных одноярусных сушилках солод сушат следующим образом.

Для получения светлого солода влагу следует удалять как можно быстрее, что необходимо для прекращения прорастивания и активности ферментов. При этом вначале вследствие испарения свободной влаги, происходящего аналогично испарению с открытой поверхности воды, температура солода почти не повышается. Затем по мере высушивания происходит углубление зоны испарения внутрь зерна, что сопровождается повышением его температуры. В результате этого обеспечивается минимум инактивации ферментов.

Температура подаваемого воздуха в первые 4...6 ч подсушивания 45...55 °С, а затем ее постепенно повышают до 60...65 °С.

На первой фазе подсушивания (10...12 ч) объем подаваемого нагретого воздуха составляет 4000...5000 м³/ч на 1 т солода. Затем в течение 2...3 ч подачу воздуха снижают почти вдвое и до завершения сушки поддерживают на уровне 2000...2500 м³/ч на 1 т солода.

По окончании подсушивания температура солода в нижнем слое равна температуре подаваемого воздуха (около 65 °С) при влажности солода 6...7%, в то же время температура его в верхнем слое 40...45 °С при влажности 18...20%.

По завершении подсушивания начинается процесс собственно сушки солода до конечной влажности 3...4%. При этом температура сушки ступенчато с интервалом в один час увеличивается до 70, 75, 80 °С. Возможно и непрерывное повышение температуры с 60 до 80 °С в течение 4 ч. При 80...85 °С сушка продолжается еще 4...5 ч.

Общая продолжительность процесса высушивания (включая загрузку-выгрузку) 24 ч.

Для получения темного солода при сушке необходимо обеспечить образование низкомолекулярных азотистых соединений и сахаров, обуславливающих естественный аромат и цвет пива.

Высушивание темного солода проводят в несколько стадий: томление, собственно сушка и поджаривание (отсушка). При томлении темного солода влажность свежепросоженного солода снижают медленно, чтобы продолжить действие ферментов и осуществить возможно полные химико-биологические превращения. В этой стадии, длящейся 9...10 ч, влажность солода снижается с 45 до 20...25% (в нижнем и среднем слоях). В первые 4 ч томления температура подаваемого и отводимого воздуха соответственно около 50 и 34...40 °С при подаче 3000 м³/ч на 1 т солода.

Для того чтобы обеспечить требуемые температуру и влажность солода, создают рециркуляцию отработавшего воздуха в соотношении свежего и рециркулирующего воздуха 1:4. Через 4...5 ч с начала процесса температуру свежего воздуха поднимают до 55 °С, что при прежнем соотношении свежего и рециркулирующего воздуха приводит к нагреву солода до 37...42 °С. В начале второй стадии (собственно сушка) общей длительностью 6 ч в течение двух часов поддерживается температура агента 60 °С (только свежий воздух). Затем в течение 1 ч подается только рециркуляционный воздух, нагретый до 70 °С (пауза осахаривания), во время которой наблюдается сильное действие амилазы. В конце этой стадии температура подаваемого воздуха составляет: 80 °С (1 ч — только свежий воздух), 95 °С (1 ч — 80% свежего воздуха и 20% рециркуляционного) и, наконец, 100 °С (1 ч — 80% свежего и 20% рециркуляционного). Стадия обжаривания длится 4,5 ч, из которых 4 ч в солод подается агент температурой 105...108 °С, состоящий из 20% свежего и 80% рециркуляционного воздуха. Следует отметить, что содержание рециркуляционного воздуха увеличивают с 20 до 80% постепенно в течение всех 4 ч. Затем в течение 0,5 ч солод охлаждается свежим воздухом.

В двухъярусных сушилках режимы сушки солода следующие.

Для получения светлого солода в современных двухъярусных сушилках с искусственной тягой сушка в зависимости от производительности вентиляторов может проводиться при толщине слоя до 30 см, что соответствует загрузке 70 кг сухого солода на 1 м² сита. Загрузка уточняется из расчета снижения влажности за 12 ч с 43...45 до 10...12%.

С учетом термолабильности крахмала и белков режим сушки должен быть таким, чтобы температура солода при влажности больше 12% не превышала 40 °С. При повышении температуры солод может становиться стекловидным. Вентилятор включают сразу после окончания загрузки свежепросоженного солода на полную производительность.

Режим сушки на верхнем ярусе следующий:

первая стадия — снижение влажности с начальной до 30% за 6 ч при температуре воздуха, подаваемого под верхнее сито, 35...40° С; вторая стадия — подсушивание с 30 до 10% при температуре под верхним ситом 50...60° С.

На нижнем ярусе солод обезвоживается до 3,5...4%.

По-новому решается проблема ворошения солода. Если раньше считалось, что многократное ворошение необходимо для выравнивания просыхающего материала в процессе сушки, то теперь выяснилось, что в результате перемешивания слоев во время ворошения при высокой влажности солода процесс сушки замедляется. Поэтому ворошение верхнего яруса рекомендуется проводить в 3...4 прохода ворошителя в начале процесса и в 1...2 прохода незадолго до перегрузки солода. Ворошение нижнего яруса также рекомендуется проводить в основном при завершении сушки. После каждого прохода ворошителя необходимо проводить разравнивание слоя солода для обеспечения равномерного прохождения воздуха через солод.

Для получения темного солода процесс подсушивания осуществляют в три стадии.

Длительность первой стадии 12...14 ч. Влажность солода снижается с 45 до 20...25%. Температура воздуха 35...40° С, скорость его невелика во избежание быстрого обезвоживания солода. Ворошение проводится каждые 2 ч.

Во время второй стадии (около 10 ч) температура воздуха поднимается до 55...60° С. Для сохранения неизменной влажности в этой стадии скорость воздуха снижается до минимума, что обеспечивается постепенным закрытием жалюзи (шиберов) между нижним и верхним ярусами. Ворошение производят каждый час.

Очень важно, чтобы в конце этой стадии солод имел влажность 20...23% во избежание образования ароматизирующих веществ и пигментов. Кроме того, недопустимо попадание высоковлажного солода на нижний ярус, где высокая температура отрицательно сказывается на амилолитической активности солода.

Третья стадия подсушивания, осуществляемая на нижнем ярусе, длится 12 ч. Влажность солода снижается до 10% при температуре солода около 50° С. Ворошение производится каждые 2 ч.

После подсушивания общей длительностью 36 ч начинается собственно сушка. В течение 6...7 ч температуру солода поднимают до 70° С, а влажность снижают до 5...6%. Затем путем закрытия шиберов температуру быстро поднимают до 100° С. Ворошение производится ежечасно с последующим выравниванием слоя.

Затем сушку проводят еще 4...5 ч при температуре солода 102...105° С, а воздуха под верхней решеткой не более 75° С. В течение этого срока влажность равномерно снижают до 1,5...2%. Ворошение проводят каждые 0,5 ч.

3.2.4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СОРТА СОЛОДА

При производстве пива используют также следующие виды солода: карамельный, жженный, высокоферментативный и пшеничный.

Карамельный солод. Его применяют для придания пиву характерного солодового аромата и более темной окраски. Для приготовления карамельного солода крахмал зерен предварительно подвергается частичному осахариванию с тем, чтобы в дальнейшем при повышении температуры были обеспечены образование меланоидинов и частичная карамелизация сахаров.

По технологии приготовления карамельного солода предусматриваются вначале увлажнение свежепророщенного солода до 42...46%, а затем загрузка его в обжарочный барабан, где он осахаривается в течение 40...50 мин. В результате этого в солоде накапливаются аминокислоты и сахара, необходимые для образования редуктонов и меланоидинов.

Затем осахаренный солод подогревается до температуры 120...170 °С, при которой можно получить желаемую окраску солода в течение определенного времени. Для получения светлого карамельного солода его нагревают в течение 3 ч при 120 °С, среднего — 2,5 ч при 130...150 °С, темного — 3,4...4 ч при 150...170 °С.

Был разработан способ, по которому свежепроросший солод подвергается термической обработке в установке непрерывного действия. Солод влажностью 42...46% нагревается при температуре 50 °С в течение 1 ч. Затем солод влажностью 44...45% медленно нагревают до 70 °С и выдерживают при этой температуре 1 ч. Далее солод увлажняют паром до 50...55% и выдерживают при 90 °С также в течение 1 ч. Затем солод поступает на сушку при температуре 120...145 °С. После обжарки карамельный солод выгружают из барабана, быстро охлаждают на металлическом сите и передают на хранение.

Жженный солод. Этот солод применяют для придания темным сортам пива (Портер, Мартовское, Украинское и др.) характерного цвета и специфического вкуса.

Готовят жженный солод из сухого светлого солода, который перед загрузкой в обжарочный барабан увлажняют водой температурой 70 °С. Солод влажностью 12...14% подают в обжарочный барабан, вращающийся с частотой 15...20 мин⁻¹, заполняют его наполовину или на три четверти, затем в течение 30 мин температуру повышают до 160...170 °С. Через 1,5 ч температуру медленно увеличивают до 220 °С, и солод выдерживают при этой температуре до образования нужной окраски. В полученный жженный солод перед выгрузкой из барабана добавляют до 1,5% воды, чтобы снизить содержание веществ, обуславливающих горечь.

Карамельные и жженные солоды должны быть тщательно освобождены от ростков, наличие которых в значительной степени портит аромат и вкус пива.

Для смягчения резкого вкуса жженого солода полезно дать ему двухнедельную отлежку.

Высокоферментативный солод (диафарин). Этот солод имеет высокую амилолитическую активность, применяют его в случае использования большого количества несоложенного сырья при производстве пивного сусла.

Высокоферментативный солод готовят из ячменя с проращаемостью не ниже 97%. Зерно замачивают в воде температурой 10...12 °С в течение 72 ч до влажности 43,5...47%.

Солодоращение ведут при низкой температуре (15...16 °С) в течение 8...9 сут. Свежепроросший солод загружают в сушилку тонким слоем. Температуру поднимают медленно при сильной аэрации солода.

Отсушку солода ведут при 50 °С в течение 5 ч до содержания влаги в нем 4...6%.

Пшеничный солод. Этот солод применяют для производства светлого пива. Пшеничный солод готовят подобно ячменному солоду. Технология приготовления может быть следующая. Зерно замачивают в воде температурой 14...16 °С в течение 25...30 ч. Проращивание зерна происходит при температуре 16...18 °С в течение 4...5 сут. Сушат свежепроросший солод агентом сушки температурой 45...75 °С в течение 20...25 ч до влажности 5...7%.

3.2.5. ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ СОЛОДА

3.2.5.1. УДАЛЕНИЕ РОСТКОВ

После сушки солод должен быть освобожден от ростков, охлажден и направлен на выдержку и хранение, затем очищен от пыли и остатков ростков.

Ростки следует отделять от солода сразу после сушки, когда они хрупкие и легко отламываются. Кроме того, это надо делать без задержки потому, что ростки быстро поглощают влагу и содержат горькие вещества, ухудшающие качество пива. От светлого солода отделяется 3,5...5% ростков, от темного — 5,5%.

Для отделения ростков применяют росткоотбойные машины, шнеки.

3.2.5.2. ХРАНЕНИЕ СОЛОДА

На хранение следует направлять солод, охлажденный до температуры окружающей среды (20...25 °С). Горячий солод может подвергнуться самосогреванию, потемнеть, ферментативная активность его может снизиться.

Для охлаждения солода используют шнек, кожух которого делают из сетки, а верх шнека закрывается крышкой с отверстиями для воздухопроводных труб. В сетку кожуха вентилятором засасы-

вается воздух, который, пройдя через горячий солод, охлаждает его и удаляется через воздухоотводные трубы.

Свежевысушенный солод сразу после отделения ростков и охлаждения нельзя направлять на приготовление пива, так как при переработке такого солода нарушаются технологические процессы и ухудшается качество пива. Так, при дроблении свежевысушенного солода чрезмерно измельчаются эндосперм и оболочка, что может вызывать недостаточно полное осахаривание и затруднение при фильтровании заторов. Поэтому до поступления солода в производство его выдерживают в солодохранилищах не менее 30 сут. Выдержка солода необходима для восстановления эластичности оболочки и активности ферментов.

Во время выдержки в солоде происходят физико-химические изменения. Он поглощает влагу из воздуха, вследствие чего улучшаются процессы его дробления и фильтрования затора. Кроме того, увеличивается активность амилолитических и протеолитических ферментов.

При выдержке недорастворенных при высокой температуре солодов повышается их экстрактивность и улучшается осахаривание. Для нормально растворенных солодов поглощение больших количеств влаги нежелательно, так как это вызывает усиление активности ферментов и приводит к перерастворению солода и повышенным потерям сухих веществ.

Солод надо хранить в условиях минимального воздействия воздуха и влаги при температуре от 10 до 30 °С. Влажность солода после хранения не должна быть выше 5...6%. При хранении в помещении с повышенной влажностью при температуре 30...35 °С солод приобретает неприятный, явно выраженный горький вкус.

Для хранения солода начали использовать железобетонные силосы, где высота загрузки достигает 20...100 м. В железобетонных силосах можно обеспечить малую теплопроводность, небольшую свободную поверхность солода, контроль влажности, увеличение влажности солода на 0,5...1% на глубине слоя 0,5 м от его свободной поверхности.

Перед поступлением выдержанного солода в производство его следует подвергать обработке на полировочной машине для удаления загрязнений и остатков ростков.

После завершения приготовления каждой партии солода определяют потери на отдельных стадиях производства (см. главу 8).

3.2.6. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ЯЧМЕННОГО ПИВОВАРЕННОГО СОЛОДА

Согласно техническим условиям на солод пивоваренный ячменный (ОСТ 1065—87) предусматривается выпуск четырех типов солода: светлого, темного, карамельного и жженого. По органолептическим показателям выпускаемый солод должен соответствовать требованиям, приведенным ниже и в табл. 3.3.

Органолептические показатели светлого и темного солода

Показатели	Требования
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневелых зерен и зерновых вредителей
Цвет	От светло-желтого до желтого. Не допускаются зеленоватые и темные тона, обусловленные плесенью
Запах	Солодовый, более концентрированный у темного солода. Не допускаются кислый запах, запах плесени и др.
Вкус	Солодовый, сладковатый. Не допускаются посторонние привкусы

3.3. Органолептические показатели карамельного и жженого солода

Показатели	Солод	
	карамельный	жженный
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневелых зерен и зерновых вредителей	
Цвет	От светло-желтого до буроватого с глянцевым отливом	Темно-коричневый. Не допускается черный
Запах (как самого солода, так и холодной и горячей вытяжек из него)	Сладковатый. Не допускаются горький и пригорелый	Кофейный. Не допускаются пригорелый и горький
Вид зерна на срезе	Спекшаяся коричневая масса. Не допускается обуглившаяся масса	Темно-коричневая масса. Не допускается черная масса

По физико-химическим показателям солод должен соответствовать требованиям, приведенным в табл. 3.4 и 3.5.

3.4. Физико-химические показатели светлого и темного солода

Показатели	Светлый солод			Темный солод
	Высокого качества	I класс	II класс	
Солод				
Проход через сито 2,2×20 мм, %, не более	3,0	5,0	8,0	8,0
Массовая доля сорной примеси, %, не более	Не допускается	0,3	0,5	0,3
Количество зерен, %:				
мучнистых, не менее	85,0	80,0	80,0	90,0
стекловидных, не более	3,0	5,0	10,0	5,0
темных, не более	Не допускается	Не допускается	4,0	10,0
Массовая доля влаги (влажность), %, не более	4,5	5,0	6,0	5,0
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода тонкого помола, %, не менее	79,0	78,0	76,0	74,0

Продолжение

Показатели	Светлый солод			Темный солод
	Высокого качества	I класс	II класс	
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов	Не более 1,5	1,6...2,5	Не более 4,0	—
Массовая доля белковых веществ в сухом веществе солода, %, не более	11,5	11,5	12,0	—
Отношение массовой доли растворимого белка к массовой доле белковых веществ в сухом веществе солода (число Кольбаха), %	39...41	—	—	—
Продолжительность осахаривания, мин, не более	15	20	25	—
Лабораторное сусло				
Цвет, см ³ 0,1 моль/дм ³ раствора йода на 100 см ³ воды, не более	0,18	0,20	0,40	0,5...1,3
Кислотность, см ³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	0,9...1,1	0,9...1,2	0,9...1,3	—
Прозрачность (визуально)	Прозрачное	Прозрачное	Допускается небольшой опал	—

3.5. Физико-химические показатели карамельного и жженого солода

Показатели	Карамельный солод		Жженный солод
	I класс	II класс	
Массовая доля влаги (влажность), %, не более	6,0	6,0	6,0
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода, %, не менее	75,0	70,0	70,0
Количество карамельных зерен, %, не менее	93,0	25,0	—
Массовая доля сорной примеси, %, не более	0,5	0,5	0,5
Цвет (величина Литнера), Лн, не менее	20,0	20,0	100,0

Наряду с приведенными требованиями готовый солод должен иметь мягкий эндосперм, что является признаком хорошей степени растворения. Солод стекловидной структуры допускается в небольшом количестве (7,5...10%), так как при дроблении он недостаточно размельчается и дает низкий выход экстракта. Стекловидный солод получается из недостаточно разрыхленного свежепроросшего зерна, особенно если при высокой влажности он подвергается воздействию высокой температуры. Солод легко становится стекловид-

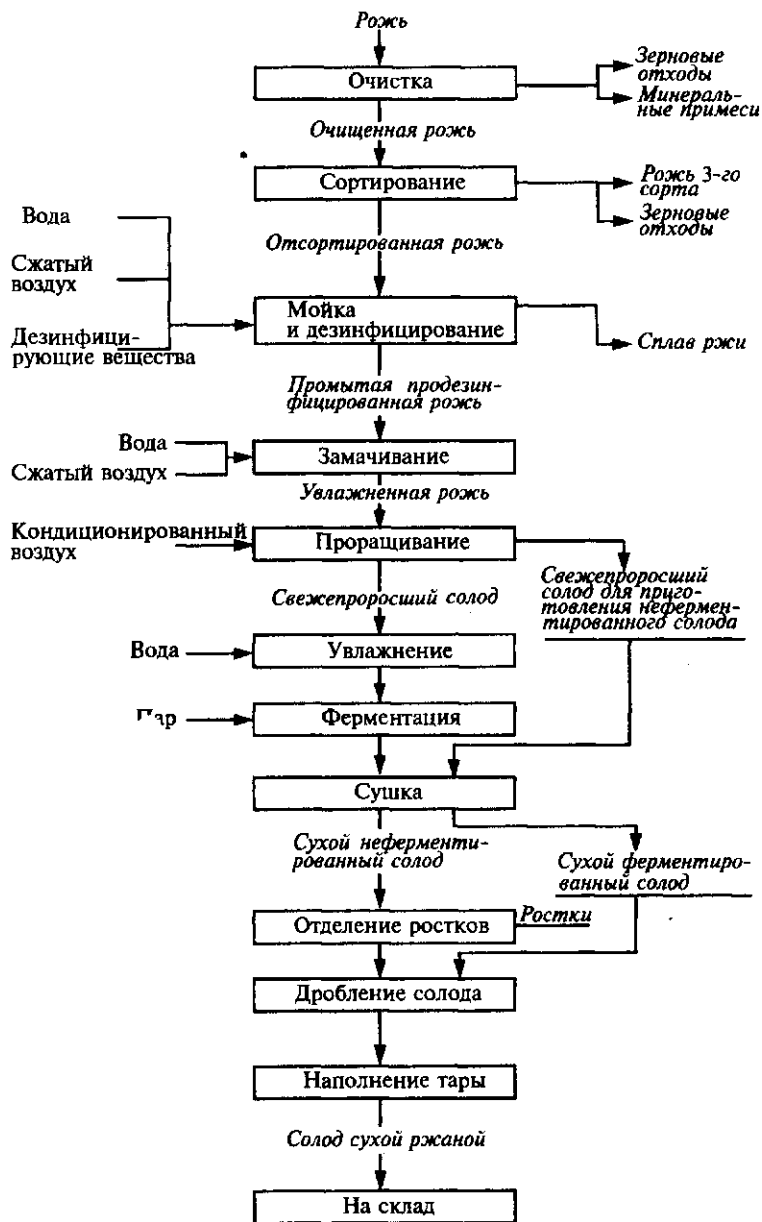


Рис. 3.12. Принципиальная схема производства ржаного солода

ным, если его влажным направляют с верхней решетки сушилки на плохо охлажденную нижнюю решетку.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные факторы влияют на процессы замачивания ячменя? 2. Какие аппараты используют для замачивания зерна и как они работают? 3. Какие вы знаете способы замачивания ячменя? 4. Как устанавливают окончание процесса замачивания? 5. Какие морфологические изменения зерна происходят при проращивании? 6. Какова роль ферментов в процессе солодоращения? 7. Какие активаторы и ингибиторы используют при солодоращении? 8. Каков режим проращивания ячменя в токовых солодовнях? 9. Как готовят солод в ящичной солодовне и солодовне с передвижной грядкой? 10. Как готовят солод в статической солодовне? 11. Какова сущность биохимических, химических и физико-химических процессов при сушке солода? 12. В чем различие в режимах сушки светлого и темного солода? 13. Для чего и как отделяют ростки от сухого солода? 14. Какие требования предъявляются к качеству пивоваренного солода?

3.3. ПРОИЗВОДСТВО РЖАНОГО СОЛОДА

Ржаной сухой солод — основное сырье для производства концентрата квасного сусла и хлебного кваса. Этот вид солода готовят на специализированных солодовых заводах, а также в солодовых цехах пивоваренных заводов. Ржаной солод готовят двух видов: ферментированный и неферментированный.

3.3.1. ПРОИЗВОДСТВО РЖАНОГО ФЕРМЕНТИРОВАННОГО СОЛОДА

Процесс приготовления ржаного ферментированного солода включает следующие основные операции: очистка и сортирование зерна, мойка и дезинфекция зерна, замачивание и проращивание зерна, ферментация и сушка солода (рис. 3.12).

3.3.1.1. ЗАМАЧИВАНИЕ ЗЕРНА РЖИ

После очистки от примесей (зерновых, минеральных) и сортирования рожь направляют в моечный аппарат или в аппараты для замачивания. В этих аппаратах зерно отмывают от загрязнений водой температурой 15...17 °С.

В процессе мойки зерно интенсивно перемешивается воздухом, а затем его оставляют в покое на 30...45 мин. После удаления всплывших на поверхность примесей и неполноценных зерен в аппарат подают новую порцию воды и повторяют промывку до получения чистой воды. В процессе мойки рожь также дезинфицируют внесением раствора дезинфектанта в первую замочную воду, если применяют аппарат для замачивания. При использовании моечного аппарата дезинфектант задают в водно-зерновую смесь, которую затем перемешивают и оставляют в покое на 2 ч. По истечении этого времени водно-зерновую смесь с дезинфектантом перекачивают в аппа-

рат для замачивания, из которого воду с дезинфектантом удаляют в канализацию.

Замачивают рожь следующими способами: воздушно-водяным, в непрерывном токе воды и воздуха, воздушно-оросительным. Наиболее часто рожь замачивают воздушно-водяным способом в течение 24...36 ч до влажности 45...50%. Замачивание ведут при температуре 13...17 °С.

В б. Научно-производственном объединении пивобезалкогольной промышленности (НПО ПБП) было предложено при воздушно-водяном способе замачивания применять активаторы роста — гиббереллин, кристаллический хлорид кальция или хлорид кальция дигидрата. Замачивание ржи проводят следующим образом. В аппарате для замачивания промытую рожь заливают водой температурой 15...17 °С и оставляют в покое на 6 ч. Через 3 ч зерно перемешивают сжатым воздухом в течение 15...30 мин. При этом в первую замочную воду вносят дезинфектант. Через 6 ч воду удаляют из аппарата и оставляют зерно без воды на 2 ч. Затем набирают воду и оставляют зерно под водой на 6 ч, осуществляя через 3 ч продувание водно-зерновой смеси воздухом в течение 15...30 мин. Через 6 ч воду сливают, а зерно оставляют в покое на 2 ч без воды, а затем вновь заливают водой на 6 ч с аэрированием через 3 ч в течение 15...30 мин. При этом в последнюю замочную воду вносят раствор гиббереллина из расчета 100 мг на 1 т замачиваемого зерна. Раствор готовят путем растворения навески гиббереллина в 1 л дистиллированной воды с добавлением 0,5...1,0 г гидрокарбоната натрия. Необходимая влажность зерна (42...48%) достигается по истечении 22...24 ч.

3.3.1.2. ПРОРАЩИВАНИЕ ЗЕРНА РЖИ

При проращивании ржи происходят те же изменения зерна, т. е. морфологические и биохимические, что и в зерне ячменя.

В процессе ращения ржаного солода в основном накапливаются ферменты, действие которых сказывается лишь в последнем периоде проращивания и при ферментации. К концу ращения в 4...5 раз увеличивается амилолитическая способность солода, в 2...4 раза возрастает протеолитическая и пентозаназная активность. Под воздействием ферментов большинство содержащихся в зерне высокомолекулярных веществ (крахмал, белки, гемицеллюлоза и др.) превращаются в низкомолекулярные соединения (декстрины, сахара, аминокислоты, пептоны и др.), растворимые в воде. Часть сахаров, образовавшихся в процессе проращивания, расходуется при дыхании, что приводит к потере экстрактивных веществ солода.

Количество потерянных экстрактивных веществ зависит от многих факторов, в частности от температуры и продолжительности проращивания. Так, за 3 сут ращения потери экстрактивных

веществ ржи на дыхание составляют (в % на сухой солод): при температуре солода 22 °С — 2,18, а при 13 °С — 0,65. За 5 сут проращивания потери достигают (в % мас.): при температуре солода 22 °С — 9,06, при 15 °С — 4,97. Проращивание ржи проводят в пневматической (ящичной или барабанной) и токовой солодовнях.

Проращивают рожь в солодовне при 13...19 °С в течение 4 сут, при 17...19 °С — 3 сут, а при температуре 20 °С — не более 2 сут.

При проращивании ржи в ящичных солодовнях замоченное зерно вместе с водой направляют в ящики и распределяют на ситчатых днищах слоем до 0,5 м. Далее через слой зерна продувают сухой, а затем кондиционированный воздух, имеющий температуру не выше 12 °С и относительную влажность 96%.

Проращивание ржи в ящичной солодовне может проводиться по следующему режиму. В первые сутки поддерживают температуру солода 14...15 °С, во вторые — 15...16, в третьи — 16...17 и в четвертые — 17...18 °С. При этом солод ворошат 2 раза в сутки. Продолжительность проращивания составляет 4 сут.

В барабанных солодовнях рожь проращивают по следующему режиму. Замоченную рожь подают в барабан и при вращении продувают через слой зерна сухой воздух. Далее барабан останавливают на 4...6 ч, а затем опять вращают и периодически продувают массу зерна кондиционированным влажным воздухом: первые сутки — по 1 ч через каждые 5 ч, на вторые — по 1 ч через каждые 3 ч; на третьи — по 2 ч через каждые 3 ч; на четвертые сутки — от 1 до 2 ч через каждые 2...3 ч. При необходимости рожь увлажняют. Общая длительность проращивания ржи для производства ферментированного солода в теплое время года при температуре 17...19 °С обычно составляет трое суток, а в холодное время года, когда процесс идет при температуре 14...15 °С, увеличивается до четырех суток. Температура входящего воздуха при четырехдневном ращении должна быть в первые сутки 13...14 °С, во вторые 14...15, в третьи 15...16 и в четвертые 17...18 °С.

При проращивании ржи на токовой солодовне замоченную рожь на току укладывают в грядки высотой 30...50 см и выдерживают 3 сут. В течение этого времени в слое зерна поддерживают температуру 17...20 °С при ворошении (перелопачивании) ржи. В первые сутки ращения зерно ворошат через 10...12 ч, во вторые — через каждые 4...6 ч, в последние сутки — только 1...2 раза. В период ращения свежепрососший солод увлажняют для достижения влажности 44...46%.

Проращивание ржи считают законченным, когда длина проростка достигает $\frac{1}{2}$... $\frac{3}{4}$ длины зерна, а длина корешков превышает в 1,5...2 раза длину зерна.

Для проращивания ржи наиболее рационально применять барабанные солодовни, позволяющие получать свежепрососший солод с незначительными повреждениями ростков и корешков. Для способа

проращивания ржи на току характерна зависимость температуры грядки от наружной температуры, а также трудоемкость процесса по сравнению с пневматическими способами солодоращения.

3.3.1.3. ФЕРМЕНТАЦИЯ СОЛОДА

Основной операцией приготовления ржаного солода является ферментация, поэтому иначе его называют ферментированным.

При ферментации используют способность большинства ферментов солода продолжать свое действие в условиях, пагубных для развития зародыша. Так, при высокой температуре и без доступа кислорода зародыш погибает, а многие ферменты сохраняют свою активность. В процессе ферментации происходят изменения углеводов, белков, гумми-веществ и др. (табл. 3.6).

3.6. Изменение химического состава солода в процессе ферментации

Содержание вещества	Солод	
	свежепроросший	ферментированный
Сахар, % (по мальтозе) к массе сухого вещества	9...11	40...50
Декстрины, % к массе сухого вещества	5...6	4...5
Аминный азот, мг%	200...220	700...1050

Таким образом, при ферментации ржаного солода повышается содержание сахара и аминного азота, что указывает на активное действие ферментов.

Накопление при ферментации солода сахара и аминокислот приводит к образованию меланоидинов, придающих солоду красно-бурый цвет, хлебный вкус и аромат. Меланоидинообразование и значительная инактивация ферментов в солоде наблюдаются в последние сутки ферментации.

Ферментацию ржаного солода проводят в барабанах и ящиках, а на небольших предприятиях — на специально обогреваемых токах.

Наиболее рационально ферментировать солод в барабанах, в которых можно достичь хорошего перемешивания солода и поддерживать необходимые температуру и влажность. В этом случае барабан должен иметь теплоизоляцию и паровой калорифер, обеспечивающие проведение ферментации солода при температуре 55...68 °С. При ферментации в барабанах солод оставляют в покое на сутки, в течение которых температура его повышается в среднем до 55 °С. Затем солод перемешивают, периодически вращая барабан. После этого четверо суток проводят ферментацию, поддерживая температуру на вторые сутки на уровне 55°С и повышая ее на

пятые сутки до 65...68 °С. Общая продолжительность ферментации солода в этом случае 5 сут.

Ферментацию в ящиках проводят следующим образом. Свежепроросший солод распределяют в ящиках слоем не более 70 см и оставляют в покое на 12...24 ч, чтобы температура его в среднем слое повысилась до 50...55 °С. Затем солод ворошат и продувают кондиционированным воздухом до достижения влажности солода не ниже 50%, а температуры во всех слоях 50...55 °С. Общая продолжительность ферментации 5 сут.

При ферментации на токах свежепроросший солод собирают в конические или пирамидальные кучи высотой 0,9...1,5 м и шириной 1...1,5 м. Ферментация на токах продолжается 4...5 сут. За этот период солод согревается и температура постепенно повышается: в первые сутки — до 36 °С, во вторые и в третьи — до 45, в четвертые сутки — до 50 °С и выше. Чтобы достичь равномерного томления во всех слоях, солод перелопачивают через каждые двое суток. При каждом перелопачивании его увлажняют для обеспечения конечной влажности не менее 50%. По окончании процесса ферментации ржаной солод влажностью 48...50% направляют на сушку.

3.3.1.4. СУШКА РЖАНОГО ФЕРМЕНТИРОВАННОГО СОЛОДА

При сушке ржаного солода происходят дальнейшее накопление ароматических и красящих веществ и снижение влажности.

Солод сушат в двух- или трехъярусной сушилке до влажности 8%. Общая продолжительность сушки 24 ч. В сушилках с естественной тягой солод загружают на верхнюю решетку слоем не более 25 см, а с принудительной тягой — до 30...35 см.

В двухъярусной сушилке солод выдерживают на каждой решетке по 12 ч. На верхней решетке температуру его поднимают до 55...60 °С, влажность снижают до 30%. При этом протекает ферментативный гидролиз крахмала и белков с образованием простых сахаров и аминокислот и накоплением меланоидинов. Первое ворошение солода на верхней решетке проводят через 6 ч с начала загрузки, затем через каждые 2 ч. На нижней решетке температуру солода повышают до 65...70 °С, а влажность доводят до 8%. При данной температуре стремятся ограничить ферментативные процессы и интенсифицировать реакции меланоидинообразования. Ворошение солода на нижней решетке производят в той же периодичности, что и на верхней.

В трехъярусной сушилке солод находится на каждой решетке по 8 ч. На верхней решетке поддерживают температуру около 40 °С, в этих условиях процесс ферментации солода продолжается. На средней решетке температуру солода повышают до 50...55 °С, а влажность его снижают до 20%. На нижней решетке температуру солода

доводят до 65...70 °С и влажность — до 8%. Солод ворошат дважды через каждые 2 ч, а затем через каждый час. Данный режим сушки выбирают для солода, используемого при производстве концентрата квасного сусла или выпечке квасных хлебцев.

Ржаной солод, применяемый непосредственно для приготовления кваса, сушат на двухъярусной сушилке в течение 36 ч с доведением температуры на нижней решетке до 90...100 °С. В первый период (9 ч) сушки солода на нижней решетке температуру повышают до 60 °С, а во второй (6 ч) доводят до 80...85 °С, затем в течение 2 ч выдерживают при 90...100 °С. При таком режиме накапливается значительное количество красящих и ароматических веществ. После сушки солода при 90...100 °С температуру снижают в течение часа до 75 °С. Затем солод с ростками направляют для размалывания на вальцовые и молотковые дробилки и упаковывают в мешки. Наряду с тонкоразмолотым солодом выпускают ржаной сухой солод в целых зернах, который также упаковывают в мешки.

3.3.1.5. ПРОИЗВОДСТВО РЖАНОГО ФЕРМЕНТИРОВАННОГО СОЛОДА СТАТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

При производстве ржаного ферментированного солода статическим способом можно сократить на 2...3 сут общий цикл приготовления ржаного солода, снизить трудоемкость процесса и уменьшить потери. По этому способу рожь после мойки и дезинфекции помещают в аппарат — пневматическую солодовню, где производят проращивание, ферментацию и сушку солода. Иногда предусматривают мойку, дезинфекцию и замачивание ржи в одном аппарате, а проращивание, ферментацию и сушку солода в другом.

Технологическая схема производства ферментированного ржаного солода статическим способом представлена на рис. 3.13.

Отсортированная рожь норией подается к шнеку, далее — в приемный бункер автоматических весов 1, а затем в накопительный бункер 2. Из него зерно направляется в моечный аппарат 3, куда постоянно подается вода. В аппарате зерно перемешивается воздухом. При этом неполноценное зерно всплывает и через ловушку поступает в сборник сплава 11. Зерно после мойки дезинфицируют путем внесения раствора дезинфектанта, приготовленного в специальном сборнике. После мойки и дезинфекции зерно насосом подается для замачивания, проращивания и сушки в солодорастильный аппарат 4 — пневматическую солодовню с ситами из нержавеющей стали (высота подситового пространства 2 м). Аппарат оборудован ворошителем 6 с форсунками 5 для разбрызгивания воды, а также приспособлениями для выгрузки солода. После сушки солод ленточным транспортером 7 подают к нории, которая доставляет солод к бункеру для хранения.

Технологический регламент на производство ферментирован-

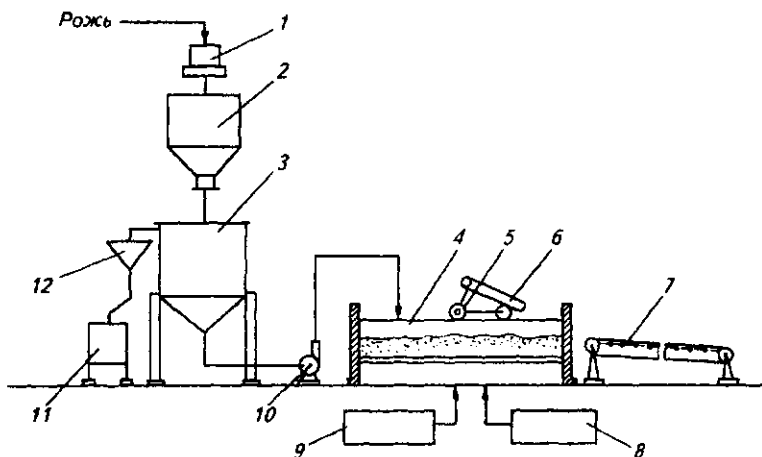


Рис. 3.13. Технологическая схема производства ржаного ферментированного солода статическим способом:

1 — автоматические весы; 2 — бункер; 3 — моечный аппарат; 4 — солодорастильный аппарат; 5 — форсунка; 6 — ворошитель; 7 — транспортер; 8 — теплогенератор или паровой калорифер; 9 — кондиционер; 10 — насос; 11 — сборник сплава; 12 — приемное устройство для сплава

ного ржаного солода предусматривает следующее. После мойки и дезинфекции рожь замачивают в пневматической ящичной солодовне. При этом зерно загружают из расчета 0,35...0,40 т воздушно-сухой ржи на 1 м² поверхности и разравнивают ворошителем. Замачивание производят путем орошения зерна водой в процессе ворошения, которое проводят 3...4 раза в течение первых суток. Во время замачивания зерно продувают кондиционированным воздухом в течение 15...20 мин через каждые 4...6 ч. Замачивание заканчивают по достижении влажности зерна 50%.

Проращивают зерно при 13...16 °С и интенсивно продувают его кондиционированным воздухом температурой 10...12 °С и относительной влажностью 96...99%. Продувка зерна особенно необходима на первых стадиях солодоращения, так как при этом повышается содержание диоксида углерода, препятствующего накоплению ферментов в солоде. Кроме того, у ржи межзерновое пространство меньше и на единицу объема приходится больше зародышей, а также при дыхании ржаного солода выделяется больше теплоты, чем у зерна и солода ячменя. Зерно продувают воздухом каждые 2...4 ч по 20 мин. При этом максимальный расход воздуха составляет 6 тыс. м³ на 1 т зерна. В процессе проращивания для получения свежепросоженного солода влажностью до 53...55% зерно при ворошении дополнительно орошают водой. Общая продолжительность замачивания и проращивания составляет 4 сут (вместо принятых 5).

По окончании проращивания приступают к ферментации свеже-

проросшего солода. Для этого его подогревают путем подачи пара в паровые регистры подситового пространства аппарата. Кроме того, солод ворошат, доводя влажность до 55...60%.

В первые сутки ферментации в слое солода поддерживают температуру 45...50 °С, на вторые ее повышают до 53...55, на третьи — до 60...63, на четвертые — до 65...68 °С. На стадии ферментации создают анаэробные условия. Продолжительность ферментации солода 3...4 сут.

Сушат солод после его предварительного ворошения. В процессе сушки в подситовое пространство аппарата нагнетают нагретый в калориферной установке воздух или смесь воздуха с продуктами сгорания газа в теплогенераторе. Поскольку скорость движения воздуха через слой солода неравномерна, то зерно слеживается, особенно в начале сушки. Поэтому в этот период солод ворошат через каждые 6 ч, а в конце — через 2...4 ч. Сушку производят до влажности солода 8%, общая продолжительность ее 36...48 ч. Высушенный солод охлаждают, продувая через него холодный воздух, а затем выгружают. Сухой солод дробят, упаковывают в мешки или направляют на хранение в силосы.

3.3.2. ПРОИЗВОДСТВО РЖАНОГО НЕФЕРМЕНТИРОВАННОГО СОЛОДА

В производстве хлебного кваса применяют ржаной неферментированный солод в качестве источника ферментов. Для получения неферментированного (диастатического) солода рожь замачивают, проращивают (без ферментации) и сушат.

Ржаной неферментированный солод готовят по такой же схеме, как и ячменный. После очистки и сортировки рожь подается в замочный аппарат, где ее замачивают воздушно-водяным способом до влажности 45...48% в течение 32...36 ч.

Замоченное зерно проращивают в солодорастильном аппарате (ящике, барабане) или на току. Температура проращивания 13...16 °С, продолжительность ращения 3,5...4 сут в зависимости от температуры и качества зерна.

Для сушки свежепроросшего солода наиболее часто применяют одно-, двух- или трехъярусные сушилки. Для сохранения в солоде высокой ферментативной активности сушку ведут в течение 24 ч при постепенном повышении температуры до 60...62 °С.

При использовании трехъярусной сушилки продолжительность сушки солода 24 ч. На каждой решетке сушат солод в течение 6 ч. При этом температура сушки: на верхней решетке — до 35 °С, на средней — до 45, на нижней — не выше 65 °С. Ворошат солод на верхней и средней решетках через каждые 2 ч, а на нижней решетке в последние 2 ч — через каждый час.

Высушенный солод передают в росткоотбойную машину, а после удаления ростков направляют на хранение или на размол с последующим затариванием в мешки.

Ферментативная активность неферментированного ржаного солода высокая, она мало отличается от ферментативной активности ячменного солода.

3.3.3. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ РЖАНОГО СОЛОДА

В соответствии с техническими требованиями предусматривают выпуск солода ржаного сухого ферментированного и неферментированного в целых зернах и тонкоразмолотом виде. По органолептическим и физико-химическим показателям солод должен соответствовать требованиям, приведенным в табл. 3.7 и 3.8.

3.7. Органолептические показатели ржаного солода

Показатели	Солод	
	ферментированный	неферментированный
Вкус	Кисло-сладкий, приближающийся к вкусу ржаного хлеба, без горького и пригорелого привкуса	Сладковатый
Запах	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили	
Цвет	От коричневого до темно-бурого с красноватым оттенком	Светло-желтый с сероватым оттенком
Крупность помола	Проход без остатка через сито № 085	

3.8. Физико-химические показатели ржаного солода

Показатели	Солод	
	ферментированный	неферментированный
Содержание влаги, %мас., не более:		
в целых зернах	8,0	8,0
в тонкоразмолотом солоде	10,0	10,0
Экстрактивность на абсолютно сухое вещество при определении различными методами, %мас., не менее:		
холодное экстрагирование (экстракт вытяжки)	48,0	—
горячее экстрагирование (экстракт осахаривания)	—	80
Продолжительность осахаривания, мин, не более	—	25
Кислотность при определении различными методами, см ³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм ³ на 100 г абсолютно сухого солода:		
горячее экстрагирование, не более	—	17
холодное экстрагирование, не менее	35,0	—
Цветность при определении различными методами, см ³ раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм ³ на 100 г абсолютно сухого солода:		

Показатели	Солод	
	ферментированный	неферментированный
горячее экстрагирование	—	Не темнее 5,0
холодное экстрагирование	10...20	—
Посторонние примеси:		
металлопримеси, мг/кг, не более	3,0	3,0
песок и др.	Не допускается	
Зараженность амбарными вредителями	Не допускается	

Определение экстрактивности ферментированного солода методом холодного экстрагирования (экстракт вытяжки) проводят, если солод предназначен для производства концентрата квасного сусла и кваса.

При использовании солода в хлебопекарной промышленности определяют экстрактивность ферментированного и неферментированного солода методом горячего экстрагирования (экстракт осахаривания).

Ржаной сухой солод фасуют в мешки, которые хранят на стеллажах в сухих, хорошо проветриваемых, чистых складах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие способы замачивания ржи применяют, какой из них наиболее эффективен? 2. Каков режим проращивания ржи в ящичной солодовне? 3. В чем заключается процесс ферментации ржи? 4. Как сушат ржаной солод? 5. Как готовят неферментированный ржаной солод? 6. Какие требования предъявляют к качеству ржаного солода?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Расчет потерь при производстве солода

На солодовенных заводах в процессе замачивания, проращивания и сушки солода объем и масса зерна претерпевают большие изменения. При замачивании масса зерна увеличивается в результате накопления влаги, при соложении и сушке масса замоченного зерна уменьшается из-за потерь сухих веществ зерна на дыхание и за счет развития ростков.

Потери ячменя при производстве солода определяют по разности между массой сортированного ячменя, поступающего на замачивание, и массой готового солода после отделения ростков. Так как влажность ячменя 14...15,5%, а светлого солода 4,5...6%, то в количестве потерь входит и разница во влажности, это кажущиеся потери. Истинные общие потери сухих веществ ячменя в производстве светлого солода составляют 10...15% к массе сухих веществ.

Количество потерь колеблется в зависимости от сорта приготовляемого солода, размеров зерна, режима замачивания и проращивания.

Потери учитывают по результатам взвешивания ячменя перед замачиванием готового солода и после удаления ростков, а также взвешивания самих ростков.

Потери ячменя (в %) можно определить после нахождения выхода солода на воздушно-сухое вещество (ВСВ) как разницу между 100% и выходом солода.

На заводах часто планируют выход солода без учета влажности, т. е. на ВСВ, что не характеризует качество работы солодовенных цехов, поэтому определяют выход на сухое вещество (СВ).

Выход солода на сухое вещество, %,

$$B_{\text{СВ}} = \frac{M_c(100 - W_c)100}{M_n(100 - W_n)}; \quad (3.2)$$

выход солода на воздушно-сухое вещество, %,

$$B_{\text{ВСВ}} = \frac{M_c \cdot 100}{M_n}, \quad (3.3)$$

где M_c — масса готового солода, кг; W_c — средневзвешенная влажность полученного готового солода, %; M_n — масса ячменя, поступившего на приготовление солода, кг; W_n — средневзвешенная влажность израсходованного ячменя, %.

Пример 1. Определить, чему равен выход солода на ВСВ и СВ, а также потери ячменя P_n (в %), если на приготовление 9564 кг солода влажностью 5% израсходовано 12 000 кг ячменя влажностью 14%.

Выход солода определяем по формулам (3.3) и (3.2):

$$B_{\text{ВСВ}} = \frac{9564 \cdot 100}{12000} = 79,7\%;$$

$$B_{\text{СВ}} = \frac{9564(100 - 5)100}{12000(100 - 14)} = 88,04\%;$$

$$P_n = 100 - 79,7 = 20,3\%.$$

На выход готового солода влияют крупность зерна, содержание белка, продолжительность проращивания зерна. Поэтому предлагают при расчете планируемого выхода готового солода учитывать уточнения (в %) к базисной норме выхода готового солода на сухое вещество по формуле

$$B_{\text{СВпл}} = B_{\text{СВбаз}} \pm \Delta C_k \pm \Delta C_n, \quad (3.4)$$

где $B_{\text{СВпл}}$ — плановый выход солода на сухое вещество, %; $B_{\text{СВбаз}}$ — базисный выход солода на сухое вещество, %; ΔC_k — уточнение на качество сортированного ячменя, %; ΔC_n — уточнение на продолжительность проращивания солода, %.

Базисный выход солода находят по табл. 3.9.

Лабораторным анализом определяют крупность ячменя и содержание в нем белка. Затем по табл. 3.9 находят значение уточнения ΔC_k . При продолжительности проращивания более 7 сут по табл. 3.10 определяют уточнение ΔC_n . При подведении результатов работы за отчетный период сравнивают выходы солода — фактический и плановый.

Пример 2. Определить плановый выход солода на сухое вещество, если по лабораторным данным партия ячменя в количестве 1200 кг содержала зерно крупностью 63%, а белка 10,5% на СВ. Продолжительность проращивания солода 8 сут.

По табл. 3.9 находим $V_{СВбаз}$ и уточнение ΔC_k , равнос +0,10%. По табл. 3.10 уточнение ΔC_n составляет -0,80%.

3.9. Базисный выход солода и уточнения его на качество сортированного ячменя при продолжительности проращивания 7 сут

Базисный выход $V_{СВбаз}$, % на СВ	Массовая доля белковых веществ в ячмене, % на СВ	Уточнения базисного выхода ΔC_k (%) при крупности ячменя, %					
		40...50	51...59	60...64	65...70	71...85	86...90
87,60	9,00...10,50	-0,40	-0,10	+0,10	+0,30	+0,50	+0,60
при:							
крупности ячменя 60%	10,60...11,40	-0,50	-0,20	0	+0,20	+0,40	+0,50
массовой доле белковых веществ 11,0% на СВ	11,50...12,0	-0,60	-0,30	-0,10	+0,10	+0,30	+0,40
продолжительности проращивания 7 сут	12,10...13,50	-0,70	-0,40	-0,20	-0,10	+0,10	+0,20

3.10. Уточнение к базисной норме выхода солода в зависимости от продолжительности проращивания солода ΔC_n , %

Показатель	Продолжительность проращивания, сут			
	5	6	7	8
Уточнение к базисной норме выхода, % СВ	+1,50	1,00	0	-0,80

По формуле (3.4) определяем выход солода

$$V_{СВпл} = 87,60 + 0,10 - 0,80 = 86,9\%$$

При сравнении планового выхода солода 86,90% с фактическим 88,04% (см. пример 1) видно, что выход солода в производстве за отчетный период выше планового на 1,14%.

Расчет количества замоченного зерна, свежепросожденного и готового солода

Для определения массы замоченного зерна, свежепросожденного и готового солода условно принимаем, что получаем солод из 1 т ячменя. При замачивании масса увеличивается на 45...50%, тогда получаем замоченное зерно в количестве 1450...1500 кг. При проращивании эта масса за счет дыхания уменьшается на 5,5...7,0%, т. е. свежепросожденного солода будет 1370...1395 кг. Сушеного солода получается на 45...48% меньше за счет уменьшения влаги и удаления ростков, т. е. 725...754 кг; при отлежке масса солода увеличивается за счет повышения влаги, поэтому масса готового солода

будет равна 745...775 кг в зависимости от количества поглощенной при отлежке влаги.

Более точно можно определить массу замоченного ячменя, свежепросорощенного солода, сушеного и готового солода при учете влажности и потерь сухих веществ на каждой стадии производства.

1. Масса сухих веществ замоченного ячменя, кг,

$$Y_{CB} = \frac{Y_{\text{сорт}}(100 - W_{\text{сорт.я}})}{100}, \quad (3.5)$$

где $Y_{\text{сорт}}$ — масса сортированного ячменя, кг; $W_{\text{сорт.я}}$ — влажность сортированного ячменя, %.

Масса замоченного ячменя, кг,

$$Y_3 = \frac{Y_{CB}(100 - P_3)}{100 - W_{3.я}}, \quad (3.6)$$

где P_3 — потери сухих веществ со сплавом и на вышелачивании при замачивании, %; $W_{3.я}$ — влажность замоченного ячменя, %.

Пр и м е р 3. Определить массу замоченного ячменя, если на замачивание поступило $Y_{\text{сорт}} = 100$ кг, $W_{\text{сорт}} = 15\%$, $W_{3.я} = 43\%$, $P_3 = 1,6\%$.

Массу сухих веществ замоченного ячменя вычисляем по формуле (3.5), а затем массу замоченного ячменя по формуле (3.6):

$$Y_{CB} = \frac{100(100 - 15)}{100} = 85,0 \text{ кг};$$

$$Y_3 = \frac{85(100 - 1,6)}{100 - 43} = 146,7 \text{ кг}.$$

2. Масса сухих веществ свежепросорощенного солода, кг,

$$C_{\text{нр}}^{CB} = \frac{Y_{CB}(100 - P_{\text{нр}})}{100}, \quad (3.7)$$

где $P_{\text{нр}}$ — потери на дыхание при проращивании, %.

Масса свежепросорощенного солода, кг,

$$C_{\text{нр}} = \frac{C_{\text{нр}}^{CB} \cdot 100}{100 - W_{\text{нр}}}, \quad (3.8)$$

где $W_{\text{нр}}$ — влажность свежепросорощенного солода, %.

Пр и м е р 4. Определить массу свежепросорощенного солода, если $Y_{CB} = 85$ кг, $W_{\text{нр}} = 42\%$, $P_{\text{нр}} = 5,7\%$.

Определяем массу сухих веществ свежепросорощенного солода и массу свежепросорощенного солода по формулам (3.7) и (3.8):

$$C_{\text{нр}}^{CB} = \frac{85(100 - 5,7)}{100} = 80,2 \text{ кг};$$

$$C_{\text{нр}} = \frac{80,2 \cdot 100}{100 - 42} = 138,3 \text{ кг}.$$

3. Масса сухих веществ сушеного солода, кг,

$$C_{суш}^{СВ} = C_{пр}^{СВ} - C_p, \quad (3.9)$$

где C_p — масса ростков, кг.

$$C_p = \frac{Я_{сорг}(100 - W_{сорг})П_p}{100(100 - W_p)}, \quad (3.10)$$

где $П_p$ — потери сухих веществ на образование ростков, %; W_p — влажность ростков, %.

Масса сушеного солода, кг,

$$C_{суш} = \frac{C_{суш}^{СВ} \cdot 100}{100 - W_{суш}}, \quad (3.11)$$

где $W_{суш}$ — влажность сушеного солода, %.

Пример 5. Определить массу сухих веществ сушеного солода и ростков, если $Я_{сорг} = 100$ кг, $C_{пр}^{СВ} = 80,2$ кг, $W_{сорг} = 15\%$, $П_p = 4,0\%$, $W_p = 10\%$.

Массу ростков определяем по формуле (3.10), а массу сухих веществ сушеного солода — по формуле (3.9):

$$C_p = \frac{100(100 - 15)4}{100(100 - 10)} = 3,78 \text{ кг};$$

$$C_{суш}^{СВ} = 80,2 - 3,78 = 76,42 \text{ кг}.$$

Пример 6. Определить массу сушеного солода, если $C_{суш}^{СВ} = 76,42$ кг, $W_{суш} = 3,0\%$.

Массу сушеного солода определяем по формуле (3.11):

$$C_{суш} = \frac{76,42 \cdot 100}{100 - 3} \approx 78,78 \text{ кг}.$$

4. Масса готового солода, кг,

$$C_{гот} = \frac{C_{суш}^{СВ} \cdot 100}{100 - W_{гот}}, \quad (3.12)$$

где $W_{гот}$ — влажность готового солода, %.

Пример 7. Определить массу готового солода, если $C_{суш}^{СВ} = 76,42$ кг, $W_{гот} \approx 5\%$.

Массу готового солода определяем по формуле (3.12):

$$C_{гот} = \frac{76,42 \cdot 100}{100 - 5} = 80,4 \text{ кг}.$$

5. Масса товарного ячменя для получения 100 кг сортированного ячменя, кг,

$$Я_{тов} = \frac{Я_{сорг} \cdot 100}{100 - П_{ос}} \cdot \frac{100}{100 - П_{хр}}, \quad (3.13)$$

где P_{oc} — потери при очистке и сортировании, %; P_{xp} — потери при хранении и разгрузке, %.

Пример 8. Определить массу товарного ячменя, если $Y_{сорт} = 100$ кг, $P_{oc} = 12\%$, $P_{xp} = 0,27\%$.

Массу товарного ячменя определяем по формуле (3.13):

$$Y_{тов} = \frac{100 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 12)(100 - 0,27)} = 113,94 \text{ кг.}$$

Расчет количества отходов зернового сплава, солодовых ростков и зерновых отходов

При производстве солода образуются отходы: зерновые, сплав, ростки. К зерновым отходам относится ячмень III сорта.

Масса ячменя III сорта, кг,

$$Q_{III} = \frac{(Y_{тов} - 100)P_{III}}{P_{общ}}, \quad (3.14)$$

где P_{III} — отходы ячменя III сорта, %; $P_{общ}$ — общие потери ячменя ($P_{oc} + P_{xp}$), %.

Пример 9. Определить массу ячменя III сорта, если $Y_{тов} = 113,94$ кг, $P_{III} = 6,2\%$, $P_{общ} = 12,27\%$.

Определяем массу ячменя III сорта по формуле (3.14):

$$Q_{III} = \frac{(113,94 - 100)6,2}{12,27} = 7,04 \text{ кг.}$$

Аналогично находят другие зерновые отходы.

а). Масса воздушно-сухого сплава, кг,

$$Q_{всс} = \frac{Y_{сорт}P_c}{100}, \quad (3.15)$$

где P_c — отходы при образовании сплава, %.

Пример 10. Определить массу воздушно-сухого сплава, если $Y_{сорт} = 100$ кг, $P_c = 1,0\%$.

$Q_{всс}$ определяем по формуле (3.15):

$$Q_{всс} = \frac{100 \cdot 1}{100} = 1,0 \text{ кг.}$$

б). Масса влажного сплава, кг,

$$Q_{вс} = \frac{(100 - W_{всс})Q_{всс}}{100 - W_{вс}}, \quad (3.16)$$

где $W_{вс}$ — влажность воздушно-сухого сплава, %; $W_{вс}$ — влажность влажного сплава, %.

Пример 11. Определить массу влажного сплава, если $Q_{вс}=1$ кг, $W_{вс}=15\%$, $W_{вс}=30\%$.

$Q_{вс}$ определяем по формуле (3.16):

$$Q_{вс} = \frac{(100-15)1}{100-30} = 1,21 \text{ кг.}$$

в). Массу ростков, поступающих на реализацию, определяют по формуле (3.10), и по нашим расчетам она равна 3,78 кг.

В процессе приготовления ржаного солода происходит потеря части сухих веществ зерна на стадии замачивания до 2%, на стадии проращивания до 9%, на стадии ферментации до 13,5%. Потери при сушке происходят за счет ростков и воды. Потери в виде ростков составляют приблизительно 2...5%. Рожь содержит до 15,5% воды, солод — до 8%.

Расчет потерь сухих веществ при производстве ржаного солода и определение его выхода производят так же, как и для ячменного солода.

Глава 4. ПРОИЗВОДСТВО ПИВА



4.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Получение высококачественной продукции в первую очередь обеспечивается применением сырья хорошего качества и наиболее рациональных методов его переработки, а также зависит от правильного соблюдения технологии.

4.1.1. НАЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ ТЕХНОЛОГИИ ПИВА

Очистка солода предусматривает его полировку для удаления пыли и остатков ростков, а также металлических примесей.

Дробление солода проводят для интенсификации физических и биохимических процессов растворения зерна при затирании, а также обеспечения фильтрования затора через слой дробины.

Приготовление сусла включает в себя следующие процессы: затирание сырья, фильтрование затора, кипячение сусла с хмелем и отделение хмелевой дробины.

Затирание осуществляют в целях перевода в растворимое состояние максимального количества экстрактивных веществ солода и несоложенных материалов.

Цель фильтрования затора — отделение жидкой фазы (сусла) от твердой (дробины) с последующим вымыванием водой экстракта, удержанного дробинной.

Кипячение сусла с хмелем предусматривает концентрирование сусла до заданной массовой доли сухих веществ в начальном сусле, перевод ценных составных веществ хмеля в раствор, инактивацию ферментов, коагуляцию белковых веществ и стерилизацию сусла.

Для подготовки сусла к осветлению и охлаждению его отделяют от хмелевой дробины, чтобы исключить отрицательное влияние ее на цвет и вкус пива.

Осветление и охлаждение сусла проводят для выделения из него взвесей, насыщения кислородом и снижения температуры до начальной температуры брожения.

Главное брожение сусла осуществляют с целью расщепления дрожжами основного количества углеводов с образованием этилового спирта, диоксида углерода, побочных продуктов брожения и формирования оптимального состава молодого пива.

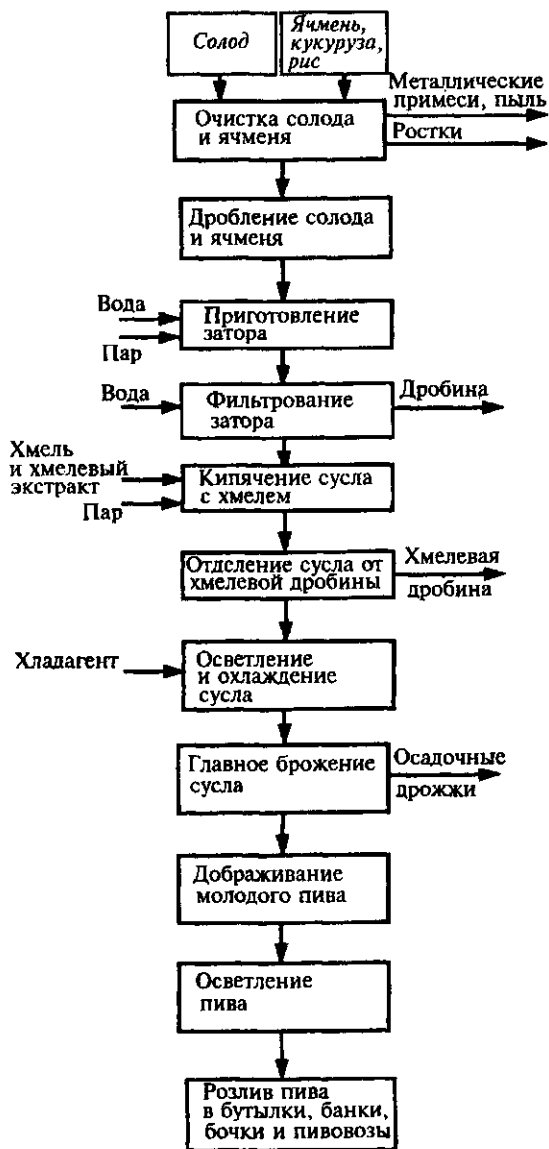


Рис. 4.1. Обобщенная функциональная схема производства пива

Дображивание молодого пива предусматривает естественное насыщение его диоксидом углерода в результате сбраживания оставшегося количества углеводов, образование специфических ароматических веществ, осаждение дрожжей, взвесей, белковых и полифенольных соединений.

Осветление пива проводят для того, чтобы удалить вещества, ухудшающие прозрачность и стойкость пива.

Розлив пива осуществляют для получения готового продукта в виде бутылочного, баночного или бочкового пива.

4.1.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

В последние годы разработаны и внедрены технологические схемы производства пива с использованием ускоренных и непрерывных процессов. Технологические схемы могут быть различными в зависимости от выбранного способа и применяемого оборудования. Любая технологическая схема должна обеспечивать при минимальных затратах материальных ресурсов максимальный выход и высокое качество готового продукта. Обобщенная функциональная схема производства пива приведена на рис. 4.1.

4.2. ОЧИСТКА И ДРОБЛЕНИЕ СОЛОДА

4.2.1. ОЧИСТКА СОЛОДА

Ячменный сухой солод после хранения содержит некоторое количество пыли, остатки ростков, случайно попавшие металлические частицы и другие примеси, наличие которых может ухудшить качество пива. Поэтому отлежавшийся солод очищают.

Для очистки солода используют полировочную машину, которая состоит из наклонных плоских сит, щеточного барабана и вентилятора. На ситах отделяются крупные и мелкие примеси, пыль отсасывается вентилятором. Далее солод поступает на быстровращающийся щеточный барабан и отбрасывается щетками на рифленую поверхность; под действием ударов и трения солод очищается от загрязнений — полируется.

Полированный солод поступает на магнитный сепаратор, где отделяются металлические примеси, которые могут вызвать быстрый износ и даже поломку солододробилок. Далее солод взвешивают на автоматических весах и направляют в дробилку.

4.2.2. ДРОБЛЕНИЕ СОЛОДА

Биохимическим процессам растворения при затирации солода предшествует механический процесс дробления, который необходимо проводить очень тщательно, так как от состава помола во многом зависит выход экстрактивных веществ. Решающее значение

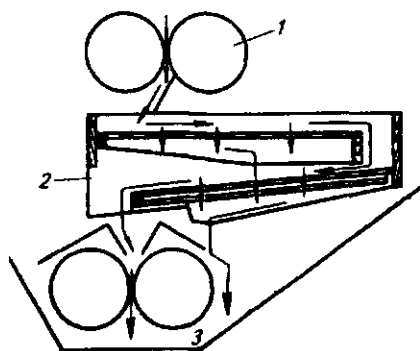


Рис. 4.2. Схема работы четырехвальцовой дробилки

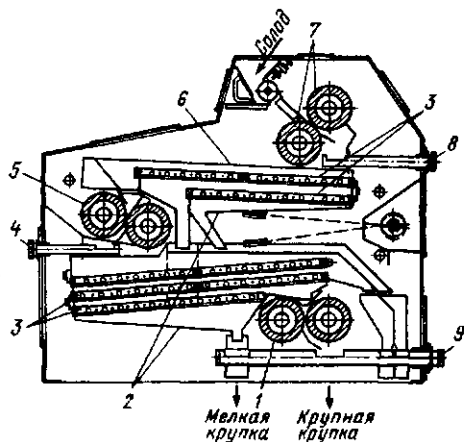


Рис. 4.3. Шестивальцовая дробилка:

1, 5, 7 — нижняя, средняя и верхняя пары валцов; 2 — колеблющиеся плоскости; 3 — колеблющиеся сита; 4, 8 — индивидуальные пробоотборники; 6 — вибросито; 9 — пробоотборник общего помолы

имеет содержание в дробленом солоде шелухи (оболочки), крупной и мелкой крупки, муки, мучной пудры. Растворимые составные части помолы легко переходят в воду, а нерастворимые разлагаются под действием ферментов. Чем тоньше помол, тем полнее извлекаются экстрактивные вещества. Однако при очень тонком помоле происходит значительное измельчение оболочки зерен, в результате чего в фильтрационном аппарате создается плотный слой, что затрудняет фильтрацию и извлечение экстрактивных веществ из дробины. Кроме того, при значительном измельчении оболочки из нее извлекаются дубильные и горькие вещества, ухудшающие качество пива. Поэтому необходимо более тонко измельчать эндосперм зерна и минимально нарушать целостность оболочки.

Солод измельчают на четырех- или шестивальцовых дробилках.

Четырехвальцовая дробилка с ситами (рис. 4.2) имеет две пары гладких валцов одинакового диаметра. Верхняя пара валцов 1 обеспечивает грубое предварительное дробление, при котором образуется много шелухи и крупки. После грубого дробления помол поступает на вибросита 2, где крупная крупка и мелкая шелуха задерживаются, а мелкая крупка и мука отделяются и поступают в бункер. Сход с сит попадает на вторую пару валцов 3, где повторно подвергается дроблению.

Шестивальцовые дробилки оборудованы тремя парами валцов. Верхняя пара валцов предназначена для предварительного дробления, средняя — для вторичного воздействия на шелуху, а нижняя —

для дробления крупных частиц. С помощью вибросит мелкая крупка сразу отделяется, а дальнейшему дроблению подвергается крупная крупка (рис. 4.3).

Для получения необходимого состава помола рекомендуются следующие зазоры валцов (мм): верхняя пара — 1,2...1,4; средняя — 0,6...0,8; нижняя — 0,3...0,5. При этом оболочка должна хорошо сохраняться на первой паре валцов и достаточно полно вымалываться на второй. Крупная крупка дополнительно размельчается на третьей паре валцов. Благодаря последовательной обработке составных частей дробленого солода достигается правильное соотношение крупной и мелкой крупки и муки.

Отечественные ученые рекомендуют следующий состав помола (%): оболочка — 18...25, крупная крупка — 8...12, мелкая крупка — 30...40, мука — 25...30. В муке не должно содержаться более 10% пудры. Разбитая оболочка и высокое содержание муки могут быть причинами увеличения продолжительности фильтрования затора.

Дробление солода с учетом его качества и используемого фильтрационного оборудования целесообразно производить на шестивальцовых дробилках. В результате их внедрения можно улучшить процесс приготовления сусла и повысить выход экстракта.

Увлажнением оболочки солода перед дробильной установкой достигается улучшение дробления, что далее скажется на процессе фильтрования. Для этого на участок шнека особой конструкции впрыскивается теплая вода в определенном количестве и под высоким давлением, что обеспечивает равномерное увлажнение шелухи. Стабилизированная таким образом шелуха сходит с вальца в увеличившемся объеме и после просеивания подается в бункер.

В практике пивоварения нашло применение увлажнение солода на специальных дробилках „Штейнекер“ (Германия) и МАМО-60 (Чехия). Способ дробления предварительно увлажненного солода имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с дроблением сухого солода. При этом увеличивается на 25...30% оборачиваемость варочных агрегатов за счет сокращения длительности фильтрования заторов, так как оболочка солода сохраняется почти целой и служит фильтрующим слоем. Потери массовой доли сухих веществ снижаются на 0,8...1,0% вследствие исключения распыления муки и лучшего доступа ферментов к кончикам зерна, которое после увлажнения разминается на вальцах. Одновременно снижается содержание полифенольных веществ на 25...30% в результате сохранения целой оболочки и сокращения длительности процесса фильтрования и выщелачивания дробины при промывке. Как правило, улучшаются дегустационные свойства пива, повышаются пенообразование, степень сбраживания и стойкость при хранении.

Однако практика эксплуатации дробилок МАМО-60 на предприятиях показала, что при дроблении увлажненного солода иногда наблюдается повышение потерь, достигающее 3,5...3,8%. Чаще

всего это происходит при переработке плохо растворенного, стекло-видного солода, который недостаточно замачивается и дробится.

Режим предварительного увлажнения солода зависит от его качества. При переработке солода хорошего растворения его необходимо увлажнять в течение 25...30 мин при температуре 20...35 °С, а солод плохого растворения увлажняют в течение 10...15 мин при 50...55 °С. Солод с общим растворением более 3% целесообразнее дробить без увлажнения.

Оптимальный режим увлажнения следует устанавливать на каждом заводе индивидуально, исходя из результатов опытных варок с последующим соблюдением технологического режима дробления.

Для дробления несоложенного ячменя, которым частично заменяют солод, применяют двухвальцовые дробилки с рифлеными вальцами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы назначения основных этапов технологии пива? 2. С какой целью проводится очистка и полировка солода? 3. Какие требования предъявляются к составу помолы солода? 4. Какое оборудование используют для дробления солода?

4.3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПИВНОГО СУСЛА

Получение пивного сусла состоит из процессов приготовления затора, фильтрования его, кипячения сусла с хмелем, осветления и охлаждения сусла.

4.3.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЗАТОРА

4.3.1.1. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЗАТИРАНИИ

Процесс приготовления затора называют затиранием. Смесь дробленых зернопродуктов с водой, предназначенных для затирания, называют затором, массу зернопродуктов, загружаемых в заторный аппарат, — засыпью, количество воды, расходуемое на приготовление затора, — наливом.

Главные биохимические процессы при затирании — осахаривание и протеолиз. Простым выщелачиванием из общего количества сухих веществ дробленого солода извлекается только 15...18% экстрактивных веществ, в состав которых входят 7,5...10% сахаров, 1...1,5% пентозанов, в том числе пентозы (ксилоза, арабиноза), 2,5...4,0% низкомолекулярных продуктов распада белков, 0,3...0,5% пектина, до 0,4% дубильных и горьких веществ и почти все неорганические вещества.

На протекание технологических процессов при затирании влияют следующие факторы: температура и рН среды, продолжительность проведения биохимических реакций, концентрация затора.

При затирании происходят ферментативные и физико-химические процессы, от которых зависит качество сусла и пива. Главную роль в формировании физико-химических и органолептических показателей пива играют ферментативные процессы расщепления крахмала и белков.

Расщепление крахмала. При ферментативном гидролизе крахмала α - и β -амилазы катализируют только расщепление α -1,4-гликозидных связей, причем α -амилаза разрывает эти связи в любом месте, но преимущественно в середине цепей амилозы и амилопектина, образуя декстрины, мальтозу, а также небольшое количество мальтотриозы и глюкозы.

β -Амилаза отщепляет от амилозы и амилопектина по два остатка глюкозы (молекулу мальтозы). Линейная микромолекула амилозы полностью превращается β -амилазой в мальтозу. Если цепь, подвергающаяся действию β -амилазы, состоит из четного числа глюкозных единиц, образуется только мальтоза, если число единиц нечетное, то последние единицы остаются нерасщепленными в виде мальтотриозы. β -Амилаза не может обойти в амилопектине места разветвления молекулы (α -1,6-гликозидные связи), поэтому гидролиз прекращается на предпоследней α -1,4-гликозидной связи. Следовательно, при действии β -амилазы на крахмал образуется преимущественно мальтоза, незначительное количество декстринов и очень мало мальтотриозы.

Таким образом, при затирании крахмал под действием α - и β -амилаз превращается в основном в мальтозу и декстрины, кроме того, образуется небольшое количество мальтотриозы, глюкозы, фруктозы, сахарозы, мальтотетраозы, мальтопентаозы и мальтогексаозы.

Под термином «осахаривание» понимают процесс гидролиза крахмала с образованием неокрашиваемых йодом сахаров и декстринов. Скорость осахаривания крахмала зависит от температуры и pH среды. Осахаривание крахмала, как и каждая химическая реакция, при повышении температуры ускоряется, но поскольку эта реакция ферментативная, то указанное положение справедливо только для определенного предела температуры, выше которого интенсивность действия фермента — в данном случае амилазы — начинает уменьшаться, что объясняется ее инактивацией. Данные об оптимальных условиях действия амилаз на крахмал представлены в табл. 4.1.

4.1. Оптимальные условия для действия ферментов, расщепляющих крахмал в заторе

Фермент	pH затора	Температура, °C	
		затирания	инактивации
α -Амилаза	5,6...5,8	70...75	80
β -Амилаза	5,4...5,6	60...65	70

Конечная степень сбраживания характеризует общее содержание сбраживаемых углеводов в сусле. По конечной степени сбраживания и продолжительности осахаривания затора часто судят о правильном проведении режима затириания. Зависимость углеводного состава сусла и продолжительности осахаривания от рН затора представлена в табл. 4.2.

4.2. Влияние рН затора на продолжительность осахаривания и степень сбраживания сусла

Показатели	рН затора				
	6,08	5,86	5,64	5,42	5,19
Конечная степень сбраживания, %	72,7	76,5	77,0	77,4	69,9
Продолжительность осахаривания, мин	30	20...25	10...15	15...20	30

При затириании наиболее благоприятными для процесса следует считать рН затора 5,64...5,42. Большинство авторов за оптимальный показатель принимают рН 5,5.

Массовая доля сухих веществ в заторе оказывает влияние на степень гидролиза крахмала. Причем с повышением концентрации затора осахаривание замедляется, так как увеличивается вязкость затора, вследствие чего затрудняются диффузионные процессы между субстратом и ферментами. Наиболее благоприятными соотношениями солода и воды в заторе считают 1:3,5 и 1:4.

Расщепление белковых веществ. Солод, поступающий на приготовление затора, характеризуется довольно высоким содержанием протеолитических ферментов: эндопептидаз и экзопептидаз. Последние представлены в солоде аминопептидазой, дипептидазой и карбоксипептидазой.

Для получения пива не требуется, чтобы белковые вещества, как крахмал, полностью превращались в продукты распада, поскольку стремятся к созданию определенного соотношения в заторе отдельных фракций белков.

После проведения протеолиза в заторе содержатся растворимые белки, пептиды и аминокислоты.

Эндопептидазы и экзопептидазы солода имеют различные оптимумы температур и реакции среды (табл. 4.3). Эндопептидазы имеют оптимум рН, более близкий к рН затора, и они термостабильны, экзопептидазы более чувствительны к воздействию повышенных температур. Следовательно, при затириании эндопептидазы преимущественно расщепляют высокомолекулярные протеины до полипептидов.

Как правило, заторы имеют рН 5,5...6,0, что указывает на неблагоприятные условия для действия экзопептидаз и расщепления белковых веществ до аминокислот.

4.3. Оптимальные условия для действия ферментов, расщепляющих белок в заторе

Фермент	рН	Температура, °С	
		оптимальная	инактивации
Эндопептидаза	5,0...5,2	50...60	>80
Карбоксипептидаза	5,2	50...60	>70
Дипептидаза	7,6...8,2	40...50	>50
Аминопептидаза	7,2	40...45	>50

При затирации проводят гидролиз белковых веществ (белковая пауза) при температуре около 50 °С, чтобы обеспечить защиту большинства протеолитических ферментов от инактивации и их дальнейшую активность. Кроме того, при температуре около 50 °С действуют другие ферменты, расщепляющие вещества небелкового характера.

Ионы солей, присутствующие в воде, могут оказывать прямое или косвенное влияние на процесс затирации.

Прямое воздействие ионов солей воды на протеолитические ферменты может вызвать их активирование или ингибирование.

По данным зарубежных исследователей, активность эндопептидазы усиливается при наличии ионов кальция и магния; ионы хлоридов, сульфатов и натрия оказывали парализующее действие. Карбоксипептидаза при наличии ионов хлоридов и сульфатов проявила очень хорошее действие; ионы кальция и натрия почти не влияли на этот фермент, в то время как присутствие магния сказывалось отрицательно. Аминопептидаза совершенно четко активизировалась благодаря ионам магния; действие ионов кальция и сульфатов можно оценить как среднее, в то время как ионы хлоридов и натрия привели к уменьшению активности этого фермента. Дипептидаза очень чувствительна к ионам натрия, и при их наличии она достигает оптимального воздействия; ионы кальция и магния не проявляют особых преимуществ и недостатков, в то время как ионы сульфатов и хлоридов вызывают уменьшение активности дипептидазы.

Концентрация затора при прочих равных условиях влияет на накопление в нем продуктов распада белков и на рН среды. При затирации густых заторов рН понижается, что связано с переходом в раствор веществ солода, обладающих кислой реакцией. В густых заторах ферменты лучше защищены от разрушения, а это благоприятствует каталитическому действию эндопептидазы. Густым считается затор с соотношением солода и воды 1:3, жидким — затор с соотношением 1:5.

Расщепление сложных эфиров фосфорной кислоты. Кислотность и буферная система пивного сула зависят от действия фермента фосфатазы. Важнейшей солодовой фосфатазой является фитаза, расщепляющая фитин до образования неорганических фос-

фатов и инозита. Оптимальные условия действия фитазы: рН 5,0...5,5, температура 40...50 °С.

Неферментативные процессы. В результате выщелачивания из солода в раствор переходят минеральные соли, дубильные и горькие вещества, сахара; происходит взаимодействие солей воды с солями суслу и последних между собой. Окисляются дубильные вещества, усиливающие окраску затора. При кипячении затора в раствор переходят гемицеллюлозы и пектины, белковые вещества частично коагулируют, повышаются набухание и клейстеризация агрегатов клеток, усиливается цветность.

Особое значение среди неферментативных процессов имеет реакция образования меланоидинов. Здесь важную роль играют продукты щелочного разложения моносахаридов, которые при взаимодействии с аминокислотами дают меланоидины. Протекание неферментативных процессов можно регулировать изменением условий затириания.

Следовательно, при выборе способа затириания необходимо учитывать условия протекания основных ферментативных и неферментативных процессов.

4.3.1.2. СПОСОБЫ ЗАТИРИАНИЯ

Настойный (инфузионный) и отварочный (декоктционный) способы. Эти два способа наиболее часто применяют на пивоваренных заводах. Общим для этих способов является выдержка затора при следующих температурах: 45...52 °С — для расщепления белковых веществ; 62...63 °С — для образования мальтозы; 70...72 °С — для осахаривания крахмала; 76...78 °С — для доосахаривания крахмала и перекачивания на фильтрование.

Стадия затириания при 35...45 °С также очень важна при работе с плохо растворенными и ферментативно слабыми солодами. При этой температуре проявляется оптимум действия различных ферментов — протеолитических (образование аминокислот), цитолитических, фосфатазы, пектолитических и др. Благодаря их действию образуется необходимое количество ассимилируемых дрожжами азотистых веществ, разрушаются некрахмалистые полисахариды и накапливаются неорганические фосфаты.

Настойный способ заключается в том, что дробленый солод смешивают с водой и полученный затор постепенно нагревают с паузами для оптимального действия ферментов. Затириание начинают при 40 °С и выдерживают 30 мин. Температуру затора повышают до 63 °С и выдерживают 30 мин, а затем подогревают до 70 °С и выдерживают 30 мин. Далее затор подогревают до 72 °С и выдерживают до окончательного осахаривания. Осахаренный затор нагревают до 76...77 °С и перекачивают на фильтрование.

Отварочный способ состоит в том, что отдельные части затора —

отварки — подвергают нагреванию при определенных температурах, кипятят и затем смешивают с остальной частью затора. В зависимости от числа отварок различают одноотварочный, двухотварочный и трехотварочный способы затириания.

Отличие между способами заключается в следующем: при настойном способе температура затора повышается в результате подогрева всей заторной массы до предусмотренных температур, а при отварочном — вследствие подогрева и кипячения отдельных частей затора (отварок) и их возврата в общую заторную массу.

Преимущество настойного способа в том, что упрощается сам процесс приготовления затора, который обогащается ферментами, так как последние не инактивируются при кипячении, пиво хорошо выбраживается, снижается продолжительность затириания по сравнению с отварочным способом на 70...100 мин, что в общей сложности составляет около 3...3,5 ч, кроме того, экономятся пар и электроэнергия. Большое распространение настойный способ получил за рубежом, особенно в Великобритании.

При отварочных способах по сравнению с настойными (инфузионными) создаются более благоприятные условия для действия ферментов, что связано с клейстеризацией крахмала при кипячении отварок, и для получения сусле с более высокой степенью сбраживания, повышается выход экстракта. Однако отварочные способы более длительны: в зависимости от способа приготовления осахаренного затора продолжаются от 3,5 ч (одноотварочный) до 6...6,5 ч (трехотварочный). Несмотря на то что максимальный выход экстракта наблюдается при использовании трехотварочного способа, он себя не оправдывает ввиду большой длительности и сложности.

Наименее продолжительный — одноотварочный способ. Но его рекомендуют использовать только для хорошо растворенных солодов, в противном случае выход экстракта снижается.

Выбор способа затириания зависит от конструкции варочных агрегатов, но в основном от вида приготавливаемого пива и от качества солода. Для приготовления темных сортов пива применяют в основном двух- или трехотварочный способ, так как, с одной стороны, обеспечивается окраска, связанная с кипением, а с другой — принимаются во внимание продолжительность процесса по данному способу (около 5 ч при трехотварочном способе) и относительно незначительное содержание ферментов в темном сусле.

В нашей стране для приготовления светлых сортов пива чаще всего применяют двухотварочный способ, которым можно перерабатывать сырье различного качества в более короткое время по сравнению с трехотварочным и получать высокий выход экстракта.

При двухотварочном способе в заторном аппарате затирают $\frac{1}{3}$ дробленого солода и весь несоложенный материал (ячмень) при температуре 40 °С. Температуру затора повышают до 52 °С (1 °С в ми-

нуту) и выдерживают в течение 15...30 мин. Далее из заторного аппарата $\frac{1}{2}$... $\frac{1}{3}$ заторной массы медленно перекачивают в другой заторный аппарат при работе мешалок в обоих сосудах, где устанавливается температура 63 °С, выдерживают при этой температуре 20...30 мин, после чего затор медленно подогревают до 70...72 °С, выдерживают 20...30 мин, быстро доводят до кипения и кипятят 15...30 мин. Эта часть затора называется первой отваркой.

Далее первую отварку медленно перекачивают в основной затор, где устанавливают температуру 62...63 °С, и выдерживают в течение 10...15 мин. Затем $\frac{1}{3}$ густой заторной массы перекачивают в заторный аппарат на вторую отварку, нагревают до 70...72 °С, выдерживают 20 мин, нагревают до кипения и кипятят 10...20 мин в зависимости от качества солода и сорта пива. После кипячения эту часть затора, называемую второй отваркой, перекачивают обратно в общий затор. Температуру всего затора повышают до 70 °С и выдерживают 30 мин, проверяют осахаривание, и если оно неполное, затор подогревают до 72 °С и выдерживают до полного осахаривания, после чего вновь нагревают до 76...77 °С и перекачивают в фильтрационный аппарат.

Затирание солода с подкислением затора. Для большинства ферментов солода в заторе оптимальное значение рН среды принято 5,5, но оно может находиться в диапазоне 5,7...6,0 при использовании воды с повышенной щелочностью. Поэтому целесообразно повысить активную кислотность (рН) затора путем применения молочной, ортофосфорной и соляной кислот, сульфата кальция (гипс) и хлорида кальция.

Молочную кислоту, сульфат кальция и хлорид кальция вносят непосредственно в затор, а ортофосфорной и соляной кислотами подкисляют воду, направляемую на приготовление затора. Молочную кислоту добавляют с таким расчетом, чтобы показатель щелочности воды ($P_{щ}$) был доведен до 1,0. Для подкисления используют 40%-ную молочную кислоту.

Количество 40%-ной молочной кислоты, л/т зернопродуктов,

$$Q = \Delta \mathcal{E} \cdot 2,5 Q_1 / (d \cdot 1\,000\,000), \quad (4.1)$$

где Δ — разница между щелочностью воды и содержанием в ней кальция, мг-экв/л; \mathcal{E} — эквивалент молочной кислоты, $\mathcal{E}=90$; 2,5 — коэффициент пересчета 100%-ной молочной кислоты в 40%-ную; Q_1 — количество воды на 1 т зернопродуктов, л; d — плотность 40%-ной молочной кислоты. $d=1.1$; 1 000 000 — перевод мг в кг.

Отмеренное количество молочной кислоты разбавляют двумя-тремя частями воды. Разбавленную кислоту медленно вливают в заторный бак или котел при работающей мешалке. Периодически определяют рН затора и в зависимости от результатов изменяют дозировку кислоты.

Сульфат кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) или хлорид кальция

(CaCl₂·6H₂O) добавляют в количестве, позволяющим довести P_ц воды до 1,0 и создать избыток ионов кальция (3 мг·эquiv/л).

Количество сульфата кальция или хлорида кальция, кг/т зернопродуктов,

$$Q = [(\Delta + 3) \mathcal{E}_{Ca} M V_1] / (M_{Ca} \cdot 1\,000\,000), \quad (4.2)$$

где 3 — избыток ионов кальция, мг·эquiv/л; \mathcal{E}_{Ca} — эквивалент кальция, $\mathcal{E}_{Ca} = 20$; M — молекулярная масса сульфата кальция или хлорида кальция; V₁ — объем воды на 1 т зернопродуктов, л; M_{Ca} — молекулярная масса кальция, M_{Ca} = 40.

Расчитанное количество соли отвешивают, измельчают до однородной массы и засыпают в заторный аппарат в начале затирания.

На заводах малой мощности нашла распространение разработанная автором учебника технология приготовления затора при использовании воды, подкисленной соляной или ортофосфорной кислотой. По этой технологии можно создавать кислую среду, благоприятную для протекания ферментативных процессов, что приводит к увеличению выхода экстракта в варочном цехе и повышению качества готового пива.

Обработку неорганическими кислотами производят с учетом щелочности исходной воды и требуемого солевого состава подкисленной воды. Подкисление воды предусматривают, если ее щелочность более 1,0 мг·эquiv/л. При использовании соляной кислоты содержание хлоридов в подкисленной воде должно быть не более 350 мг/л.

Для достижения определенной щелочности воды используют кислоты, расход которых устанавливают по специальной таблице или путем расчета.

4.3.1.3. СПОСОБЫ ЭКОНОМИИ СОЛОДА ПРИ ЗАТИРАНИИ

В настоящее время при изготовлении Жигулевского пива для экономии солода добавляют 20...30% несоложенного сырья и используют ферментные препараты. Однако при переработке высокобелковых и труднорастворимых ячменей снижается производительность варочных агрегатов.

Некоторые западноевропейские производители предлагают затирать солод с добавлением глюкозы. Благодаря высокой экстрактивности солода после каждой варки получают повышенный выход экстракта. Диапазон применения сравнительно ограничен, в большинстве случаев дешевле вводить глюкозу непосредственно в сусло.

В качестве заменителя солода разрешено использовать сахар-сырец до 5% к массе затираемых зернопродуктов. За рубежом кроме глюкозы применяют инвертный сахар и сахарозу.

В последнее время в мировой практике пивоварения намечается

тенденция к увеличению использования в качестве заменителей солода кукурузы из-за цены и незначительного содержания белка. Если применять кукурузную крупу (содержание жира от 0,8 до 1,3% СВ), то ее можно добавлять в количестве до 30% массы всех затираемых зернопродуктов. При этом при затирании в процессе брожения не будут заметны отклонения от заданного режима, но возможно незначительное ухудшение пеностойкости пива.

Повышенное содержание несоложенных материалов (40...50%) приводит к ухудшению состава белков сусла, повышению вязкости сусла, затруднению фильтрования и понижению выхода экстракта. Применяя ферментные препараты, можно исключить понижение качества сусла и пива.

В отечественной пивоваренной промышленности используют бактериальные ферментные препараты Амилосубтилин Г10х, Амилосубтилин Г20х, Протосубтилин Г10х, грибные Амилоризин Пх и П10х, Цитороземин Пх и П10х, Ксилоглюконофостидин П10х и мультиэнзимные композиции (МЭК). Как было приведено ранее (см. раздел 2.5), бактериальные препараты имеют высокую β -глюканазную активность, а препараты из культуры гриба обладают широким спектром цитолитических ферментов.

Основной продукт гидролиза крахмала препаратами Амилоризином Пх и Амилосубтилином Г10х — мальтоза. Однако под влиянием бактериальной амилазы препарата Амилосубтилина Г10х более высокая в начале гидролиза скорость реакции затем резко замедляется по достижении 30...32% степени гидролиза, а при использовании амилазы препарата Амилоризина Пх содержание мальтозы и в дальнейшем продолжает увеличиваться. Наибольшее повышение выхода экстрактивных веществ ячменя или солода даст бактериальный препарат Амилосубтилин Г10х, так как он обладает амилолитической, а также эндо- β -глюканазной активностью, которая более чем в 7 раз выше, чем активность Амилоризина Пх. Приведенные данные указывают на целесообразность применения Амилосубтилина Г10х для переработки несоложенных материалов.

При использовании в процессе затирания 30...40% ячменя в затор можно вносить один из следующих ферментных препаратов (% к массе засыпи): Амилоризин Пх — 0,6...1,0; Амилосубтилин Г10х — 0,02...0,05; Амилосубтилин Г20х — 0,01...0,055; Цитороземин Пх — 0,5...1,2; Цитороземин П10х — 0,05...0,09; Ксилоглюконофостидин П10х — 0,015...0,04. В мультиэнзимной композиции МЭК-1 содержатся бактериальные ферментные препараты Амилосубтилин Г10х, Протосубтилин Г10х и препарат из культуры гриба Амилоризин П10х, что обуславливает повышенную протеолитическую активность, позволяет снизить дозу МЭК-1 на 15...25% по сравнению с дозами Амилосубтилина Г10х.

В МЭК-2 содержатся бактериальный препарат Амилосубтилин Г20х, обладающий высокой амилолитической активностью, препа-

рат из культуры гриба Ксилотрихома П10х, имеющий высокую цитолитическую активность.

При использовании вместо солода 30 и 40% ячменя в затор следует вводить МЭК-1 в количествах соответственно 0,005 и 0,015%, а МЭК-2 — 0,005 и 0,013% к массе затираемого зернового сырья.

Применением при затирации мультитизимной композиции можно более полно использовать составные части ячменя, повысить выход экстракта и улучшить биохимический состав суслу, которое по содержанию азотистых веществ и степени сбраживания приближается к солодовому. МЭК рекомендуется вносить при переработке 30...40% несоложенных материалов. В отдельных случаях с учетом конкретных условий заводов (оборудование, качество сырья и др.) количество несоложенных материалов может быть снижено до 25%.

При получении суслу с использованием МЭК-1 часто применяют в качестве несоложенного материала очищенный ячмень II сорта. В дробленом ячмене не допускается наличие целых зерен и половинок. Фракция муки по цвету должна быть белой или сероватой, но не коричневой. Коричневая окраска муки свидетельствует о тонком измельчении частиц оболочки, которые замазывают фильтрующий слой и задерживают фильтрование затора. Приготовление затора рекомендуется проводить двумя способами: совместное затираание всего перерабатываемого сырья; затираание с отдельной подготовкой несоложенных материалов.

Зарубежные ферментные препараты, используемые на пивоваренных заводах, в большинстве случаев представляют собой смесь ферментных препаратов, активность которых распространяется на все три функции — расщепление крахмала и белка, уменьшение вязкости. Так что часто применение одного из указанных препаратов достаточно для затираания сырья с повышенным количеством (до 40%) несоложенных материалов.

Для экономии солода и разгрузки дробилки, заторного и фильтрационного аппаратов применяют ячменные экстракты (сиропы), которые готовят из ячменной муки (90...95%) и высокодиастатического солода (5...10%) с добавлением ферментного препарата. Затем производят концентрирование. Готовый экстракт вносят в суслотворный аппарат и приготавливают неохмеленное пивное сусло. Для устранения микробиологического обсеменения пивное сусло кипятят. Одновременно можно добавлять хмель. Концентрирование ячменного или солодового экстракта осуществляют выпариванием в вакуум-аппарате или проводят криоконцентрирование.

Солодовый экстракт готовят из солода или солода и несоложенных материалов с добавлением ферментных препаратов. Далее солодовый экстракт можно пропустить через пластинчатый пастеризатор, затем в цехе брожения добавить предварительно изомеризованный мелевой экстракт. Сказанное относится и к использованию концентрата пивного суслу. Но следует подчеркнуть, что это

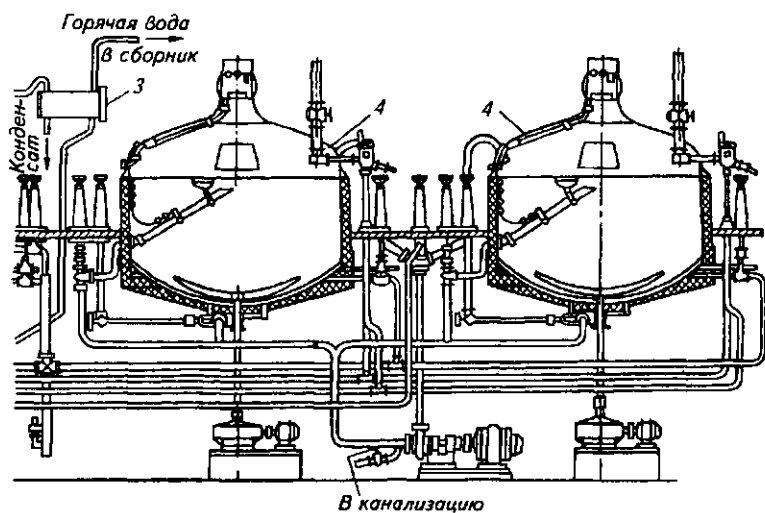
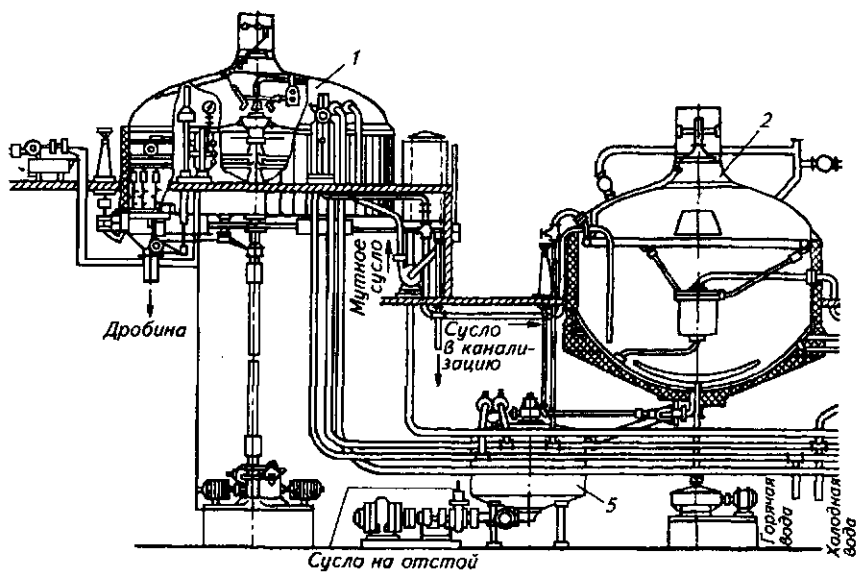


Рис. 4.4. Четырехаппаратный варочный агрегат:

1 — фильтрационный аппарат; 2 — сусловарочный аппарат; 3 — водоподогреватель; 4 — заторные аппараты; 5 — хмелеотделитель

сравнительно дорогостоящие методы, которые рентабельны только в исключительных случаях, например при простое варочного цеха, выравнивании мощностей отдельных цехов внутри завода.

Чтобы не снизились вкусовые качества концентрата пивного сусла при транспортировке и хранении, требуются сравнительно дорогостоящие транспортные емкости (контейнеры), изготовленные из нержавеющей или листовой стали с соответствующей внутренней облицовкой.

Транспортные расходы можно снизить, если экстракт сразу высушить и получить порошок. В нашей стране сухой концентрат готовят из пивного сусла методом распылительной сушки под вакуумом. Готовый сухой концентрат имеет влажность 3...6% и может храниться продолжительное время.

4.3.1.4. ОБОРУДОВАНИЕ ВАРОЧНОГО ЦЕХА

Пивное сусло в основном готовят периодическим способом, применяя следующие аппараты: заторный, фильтрационный (или фильтр-пресс) и сушварочный. Эти аппараты соединяют трубопроводами в варочный агрегат. В зависимости от числа аппаратов, входящих в агрегат, различают двух-, четырех- и шестиаппаратные варочные агрегаты.

Двухаппаратные варочные агрегаты состоят из заторно-фильтрационного и заторно-сушварочного аппаратов, четырехаппаратные агрегаты (рис. 4.4) — из двух заторных аппаратов, одного фильтрационного и одного сушварочного аппаратов, шестиаппаратные агрегаты — из двух заторных, двух фильтрационных и двух сушварочных аппаратов.

Заторный аппарат используют для затираания солода с водой, осахаривания и кипячения затора по частям. Фильтрационный аппарат применяют для фильтрования затора, т. е. проведения процесса процеживания сусла через слой солодовой дробины. Сушварочный аппарат служит для проведения процесса кипячения сусла с хмелем.

Типовые варочные агрегаты изготовляют производительностью 1; 1,5; 3; 5,5 т (считая по массе одновременно перерабатываемого солода).

Заторный аппарат (рис. 4.5) представляет собой цилиндрический сосуд с двойным сферическим днищем, образующим рубашку, предназначенную для нагревания и кипячения заторной массы. В аппарате происходит сильное испарение и образование водяных паров, которые удаляются через вытяжную трубу 2, проходящую через потолок варочного цеха. Заторные аппараты снабжены раздвижным смотровым люком 1, лопастными мешалками 7, стяжной трубой 9 для декантации жидкой части затора. Опорожняется котел через трубу 8. Дробленый солод по трубе 3 поступает в аппарат, по пути смачивается теплой водой из смесителя 5. Аппарат имеет рас-

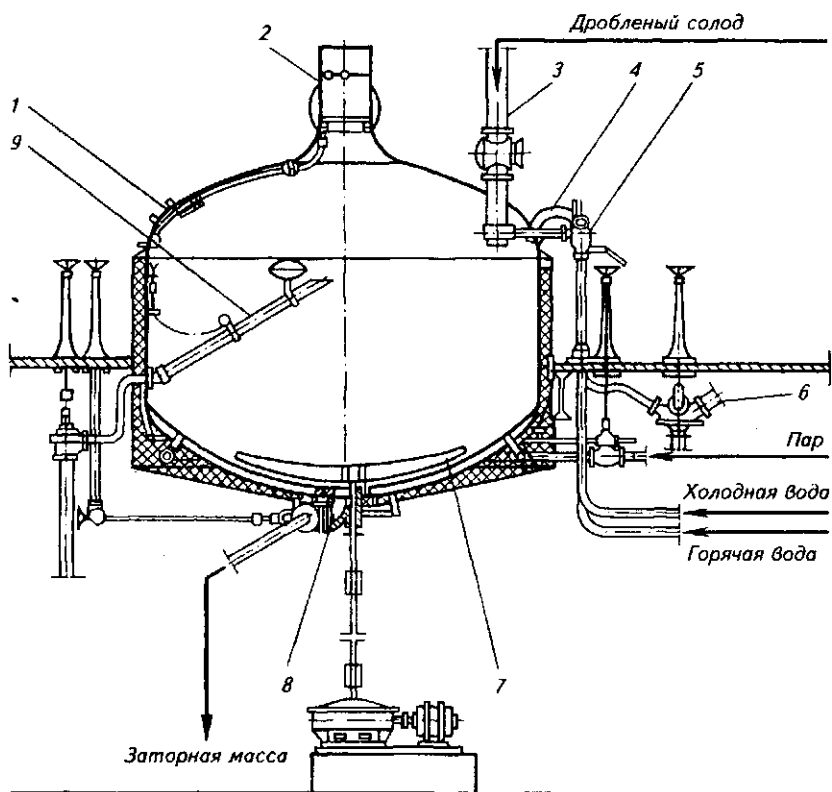


Рис. 4.5. Заторный аппарат

предельный кран 6 для направления перекачиваемой заторной массы в соседний заторный или фильтрационный аппарат. Заторная масса из соседнего аппарата возвращается по трубе 4.

Заторные и сушварочные аппараты конструктивно отличаются один от другого. Поверхность сушварочного аппарата более развита, что позволяет выпаривать значительное количество воды в течение 1 ч (не менее 8...12% от общего объема сусле, находящегося в котле). Кроме того, при такой конструкции котла обеспечивается постоянная циркуляция кипящего сусле.

4.3.1.5. ФИЛЬТРОВАНИЕ ЗАТОРА

Процесс фильтрования затора подразделяют на две стадии: фильтрование первого сусле, т. е. сусле, получаемого при фильтровании затора, и промывание дробины горячей водой для извлечения экстрактивных веществ. В результате образуются промывные воды.

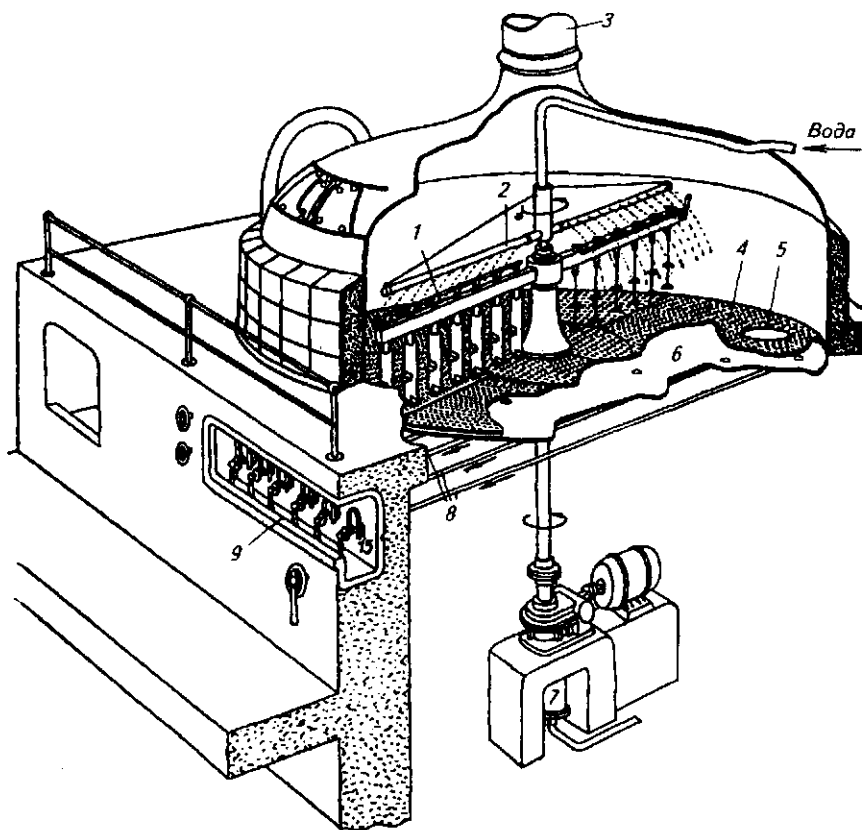


Рис. 4.6. Фильтрационный аппарат

В зависимости от используемого оборудования различают фильтрование затора в фильтрационном аппарате и в заторном фильтр-прессе.

Фильтравание затора в фильтрационном аппарате. Аппарат (рис. 4.6) представляет собой цилиндрический резервуар с теплоизоляцией, плоским дном 6, сферической крышкой и вытяжной трубой 3. На расстоянии 15 мм от дна помещено съемное фильтрационное сито 4, составленное из отдельных сегментов. На сите оседает слой дробины, для удаления которой в днище сделано отверстие 5. От нижнего дна фильтрационного аппарата отходят трубы 8 для отвода сула. На концах этих труб насажены краны для регулирования скорости фильтрования. Концы труб из днища фильтрационного аппарата выводятся к сборному корыту. Краны вместе с корытом представляют собой фильтрационную батарею 9. Внутри

аппарата находятся разрыхлительный механизм 1 и сегнерово колесо 2 (оросительный аппарат). Разрыхлительный механизм вращается от электродвигателя через коробку скоростей и редуктор, поднимается и опускается при помощи гидравлического подъемника 7. Фильтрационный аппарат снабжен регулятором разности давлений, позволяющим регулировать скорость фильтрации и указывающим разность уровней жидкости в фильтрационном баке и резервуаре регулятора. Во избежание охлаждения затора при фильтровании боковые стенки фильтрационного аппарата покрывают изоляцией.

Фильтрацию затора производят следующим образом. В вымытый аппарат укладывают сита и заполняют подситовое пространство водой температурой 75...78 °С для вытеснения воздуха и создания сплошного слоя жидкости под ситчатым дном; ситчатое дно должно быть покрыто водой на 1,0...1,5 см. Далее затор при непрерывном размешивании перекачивают в фильтрационный аппарат. Для того чтобы дробина расположилась равномерно по всей поверхности сит фильтрационного аппарата, разрыхлительный механизм во время перекачивания затора находится в движении; затем его поднимают, производят несколько оборотов для выравнивания поверхности дробины и выдвигают по вертикали из дробины полностью.

При перекачивании затора в подситовое пространство в трубки фильтрационной батареи попадают частицы дробины. Для удаления их открывают и закрывают по одному или попарно краны фильтрационной батареи, чтобы вызвать вихревое движение жидкости под ситами. Мутное сусло, вытекающее из кранов фильтрационной батареи, насосом перекачивают обратно в фильтрационный аппарат. Это производят до тех пор, пока из кранов не потечет прозрачное сусло, которое направляют в сусловарочный аппарат.

Температура затора при фильтровании 75...78 °С. Скорость фильтрации регулируют степенью открытия кранов; последние должны быть открыты на $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{3}$ поперечного сечения. При более полном открытии кранов возможно создание разрежения под ситами и вследствие этого засасывание верхнего теста в дробину или воздуха через краны под сита, что приводит к уменьшению скорости фильтрации или даже к прекращению его.

В дробине остается значительное количество экстрактивных веществ. Для извлечения их дробину промывают водой температурой 78...80 °С. Промывание начинают тогда, когда подситовое пространство еще заполнено первым суслом. Для более полного извлечения экстрактивных веществ дробину размешивают разрыхлительным механизмом. Промывание ведут непрерывно или периодически. При непрерывном промывании воду подают в сегнерово колесо непрерывно в течение всего периода промывания дробины; над ней все время должен находиться слой воды. Для периодического про-

мывания на дробину вначале наливают слой воды температурой 78...80 °С, разрыхляют, фильтруют первую промывную воду, затем второй и третий раз наливают воду и продолжают фильтрацию второй и третьей промывными водами. Эти воды поступают в суслотарный аппарат.

Промывание дробины ведут до массовой доли сухих веществ в промывной воде 0,5%. Дальнейшее промывание нецелесообразно, так как при этом извлекаются некоторые вещества оболочки (шелухи), которые придают суслу и пиву неприятный вкус; кроме того, возможно значительное разбавление суслу, что увеличивает расход пара и топлива для его выпаривания.

Последние промывные воды могут ухудшать качество пива, поэтому при производстве высококачественных сортов его дробину промывают до массовой доли сухих веществ в промывной воде 1...1,5%. Если набор в суслотарный аппарат закончен при повышенной массовой доле сухих веществ в промывной воде, ее продолжают собирать в сборник, где хранят при температуре 70 °С и затем используют для приготовления заторов. По окончании промывания дробину удаляют из фильтрационного аппарата.

Общая длительность цикла фильтрации в фильтрационном аппарате (подготовка резервуара, отстаивание затора, фильтрация первого суслу, промывание дробины и удаление ее) около 3,5...6 ч.

Фильтрация затора в фильтр-прессе. Заторный фильтр-пресс состоит из сплошных плит и пустотелых рам, установленных на станине. На плиты надевают салфетки из хлопчатобумажной или синтетической ткани. Каждая плита имеет кран для спуска фильтрованного суслу. В верхней части каждой рамы имеется прилив с круглым отверстием, которое сообщается щелью с внутренним пространством рамы. После сборки фильтр-пресса отверстия рам образуют общий (верхний) канал. Рамы и плиты имеют также боковые приливы с отверстиями, которые у собранного фильтр-пресса образуют боковые каналы; эти каналы с внутренним пространством рам не сообщаются, и через них подают пар или сжатый воздух и промывную воду. Собранный фильтр-пресс наполняют водой температурой не ниже 80 °С и прогревают около 30 мин; это позволяет проверить герметичность сборки и способствует лучшему фильтрованию. Затем воду сливают и наполняют фильтр затором.

Во время наполнения фильтра затор непрерывно перемешивают, чтобы все рамы равномерно заполнялись затором одинаковой консистенции. Затор подают насосом под давлением 0,05...0,07 МПа в верхний боковой канал. Через прорези затор поступает во внутренние полости рам. Суслу проходит через салфетки и по поверхности плит стекает к кранам. Первое суслу сразу получается прозрачным и поступает в суслотарный котел. Дробина остается в полости рамы между салфетками двух соседних рам.

По окончании фильтрования дробину промывают водой температурой 75...80 °С при давлении в фильтре 0,12...0,15 МПа. Поочередно открывают краны через одну плиту для спуска промывных вод. Промывание считают законченным при массовой доле сухих веществ в промывной воде 0,5...0,7%. По завершении промывания фильтр по боковому каналу продувают паром или сжатым воздухом для вытеснения остатков промывной воды. Далее фильтр разбирают, дробину из рам сбрасывают в желоб, из которого ее удаляют щеткой. Снимают с плит салфетки, моют и сушат их. Цикл работы фильтр-пресса равен примерно 240 мин.

Применяя для фильтрования заторные фильтр-прессы, имеющие большую поверхность фильтрации, можно обрабатывать солод более тонкого помола и при этом добиться хорошего осветления сусла и повышения выхода экстракта до 1%, а также увеличить оборачиваемость варочных агрегатов. Однако трудоемкая работа по обслуживанию заторных фильтр-прессов препятствует их распространению на заводах.

В настоящее время фирмы «Мера» (Бельгия) и «Цимани» (Германия) выпускают заторные фильтр-прессы, обслуживание которых механизировано, промывание фильтрующих салфеток осуществляется в фильтр-прессе с исключением их последующей сушки.

Факторы, влияющие на скорость фильтрования. Процесс фильтрования — наиболее длительный в технологии приготовления заторов. Его продолжительность зависит от качества солода, состава дробленого помола, высоты слоя дробины, температуры затора. Имеет также значение качество воды, используемой для выщелачивания дробины. Но основным фактором, влияющим на скорость фильтрования, является вязкость, обусловленная содержанием высокомолекулярных белковых фракций, декстринов, β -глюкана, коллоидов и других веществ.

В первой фазе фильтрования осаждаются частицы затора. Крупная шелуха оседает быстро, а тонкоизмельченная с частицами белка, глюкозанаов и пентозанов, образующая макромолекулы, — медленно. Эти макромолекулы в дальнейшем заклеивают поры фильтрующего слоя, что приводит к неудовлетворительной фильтрации. Значительное присутствие макромолекул в фильтрационном слое дробины наблюдается при быстрой перекачке затора в фильтрационный аппарат. Следовательно, измельченная шелуха солода или ячменя — один из факторов ухудшения фильтрования затора. Кроме того, малые агрегированные частицы в заторе возникают из эндосперма как прямое следствие тонкого измельчения или при агрегации еще более мелких частиц, нерастворимых или частично гидратированных, таких, как мелкие гранулы крахмала, гемицеллюлоза, протеины и липиды.

При увеличении высоты фильтрующего слоя чрезмерно повы-

шается гидравлическое сопротивление, возникающее при прохождении сусла через поры дробины. Нормальная высота слоя дробины 30...40 см.

С возрастом разности давлений над и под фильтрующими слоями скорость фильтрования увеличивается. Практически скорость фильтрования сусла через слой дробины должна составлять 4,5...6 л/мин на 1 м² площади сита фильтрационного аппарата. В фильтрационном аппарате процесс происходит при атмосферном давлении, в фильтр-прессе затор фильтруется под давлением, создаваемым насосом. При повышении вязкости скорость фильтрования уменьшается. С повышением температуры вязкость сусла уменьшается и скорость фильтрования увеличивается. Однако температура затора не должна превышать 75...78 °С и воды для промывания дробины — 78...80 °С. При более высокой температуре амилаза инактивируется, оставшийся в нерастворенном виде крахмал клейстеризуется и получается мутное сусло.

При замене доли солода несоложенным ячменем могут возникнуть трудности в фильтровании затора, что объясняется присутствием водорастворимого β-глюкана, который может повышать вязкость сусла до чрезмерно высокого уровня. Трудности, возникающие при фильтровании заторов с высоким содержанием несоложенного ячменя, являются следствием агрегации макромолекул β-глюкана и пентозанов с протеинами, создающих оболочку мелким гранулам крахмала, что приводит к образованию непроницаемого осадка, который закупоривает фильтр и препятствует протеканию сусла.

Фильтрование заторов, содержащих большие количества несоложенного ячменя, можно улучшить, добавляя ферментные препараты, содержащие β-глюканазу, причем начальная температура затирания должна быть между 45 и 55 °С. Внесением термостабильной β-глюканазы в затор, содержащий 40% несоложенного ячменя, можно на 25% сократить продолжительность фильтрования.

Выгрузка дробины. Выход сырой дробины (влажностью 75...85%) зависит от экстрактивности солода, и обычно из 100 кг солода получается 110...120 кг дробины. После промывания в дробине остается 0,5...0,7% растворимого экстракта к массе солода и около 1,5% невымываемого экстракта.

Выгруженную из фильтрационного аппарата пивную дробину направляют в раздаточные бункера, расположенные во дворе завода.

4.3.2. ПОЛУЧЕНИЕ ОХМЕЛЕННОГО СУСЛА

Технологическая схема производства охмеленного сусла предусматривает выполнение следующих операций: кипячение сусла с хмелем; отделение хмелевой дробины; осветление и охлаждение сусла.

Кипячение сусла с хмелем производят с целью концентрирования его до заданной плотности, перевода ценных составных веществ хмеля в раствор, инактивации ферментов, коагуляции белковых веществ и стерилизации сусла.

Для подготовки сусла к осветлению и охлаждению его отделяют от хмелевой дробины, чтобы исключить отрицательное влияние ее на цвет и вкус пива.

Осветление и охлаждение сусла проводят для выделения из него взвесей, насыщения его кислородом и снижения температуры до начальной температуры брожения.

4.3.2.1. ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ КИПЯЧЕНИИ СУСЛА С ХМЕЛЕМ

При кипячении увеличивается массовая доля сухих веществ в сусле, поскольку при промывании дробины оно становится разбавленным.

Во время двухчасового кипячения сусла с хмелем повышается массовая доля сухих веществ примерно на 1,6...2,0%, если часовое испарение воды составляет 8...12% от общего объема сусла. Одновременно во время кипячения сусло стерилизуется, а оставшиеся ферменты инактивируются, что очень важно, так как ферменты в активном состоянии отрицательно влияют на последующие технологические процессы.

В результате кипячения значение рН уменьшается с 5,9 до 5,6, вследствие этого образуются первичные фосфаты и кислые меланоидины.

Цветность светлого пива, пересчитанная на 12%-ное содержание сухих веществ экстракта, повышается приблизительно с 0,5 до 0,9 см³ раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм³ на 100 см³ воды. Это связано с меланоидинообразованием, а также с окислением полифенолов. Полифенольные соединения хмеля благоприятствуют выпадению белковых веществ в осадок при кипячении.

Коагуляция белковых веществ. Этот процесс протекает в две стадии: денатурация и собственно коагуляция.

Денатурация — первая стадия — это потеря белками связанной воды, что влечет за собой переход мицелл из лиофильного (гидратизированного) состояния в лиофобное (дегидратизированное). Мицеллы денатурированных белков удерживаются в суспензированном состоянии только благодаря собственному электрическому заряду. Денатурация внешне характеризуется появлением мути. Электролиты ускоряют процесс денатурации. Когда силы молекулярного притяжения преодолевают силы электростатического отталкивания мицелл, дегидрированные мицеллы слипаются и образуют крупные хлопья, наступает вторая стадия процесса — собственно коагуляция.

Коагуляции белковых веществ благоприятствуют высокая тем-

пература, продолжительность и интенсивность кипячения сусле. Коагуляция усиливается с увеличением времени кипячения сусле. До кипячения в нем содержится около 6,0 мг на 100 мл коагулируемого азота, а после кипячения в течение 2 ч остается около 2,0 мг на 100 мл. При интенсивном кипячении процесс коагуляции белковых веществ протекает быстрее и полнее.

Белковые вещества коагулируют быстрее в сусле низкой концентрации, а при повышенной массовой доле сухих веществ коагуляция замедляется.

При рН 5,2 наблюдается интенсивная коагуляция белков, хотя она происходит и при рН 5,0...5,4.

Остаточное содержание коагулируемых белковых веществ в сусле имеет существенное значение для пеностойкости и стабильности в пиве. При высоком их содержании улучшается стойкость пены, но одновременно ухудшается коллоидная стойкость пива. Для пива длительного хранения стараются добиться наименьшего содержания коагулируемых белковых веществ.

Растворение и превращение хмелевых веществ. В процессе кипячения сусле с хмелем происходят растворение и превращение составных частей последнего: горьких, ароматических и полифенольных веществ.

Хмелевые вещества растворяются лишь в горячем сусле. Растворимость α -кислот при рН 5,9 составляет 480 мг/л, а β -кислот — 12 мг/л, при рН 5,2 растворимость α -кислот понижается до 80 мг/л, β -кислот — до 8 мг/л.

Растворимость мягких смол в сусле больше, чем горьких кислот, из которых они образуются. При кипячении составные части α -кислот — гумулон, когумулон и адгумулон — претерпевают изомеризацию и превращаются в изогумулон, изокогумулон и изоадгумулон. Эти вещества обладают горьким вкусом и большей растворимостью в воде, пивном сусле и пиве, чем до изомеризации. Горькие β -кислоты при кипячении не подвергаются изомеризации, плохо растворимы, и из хмеля их извлекается очень небольшое количество. Из твердых смол только одна фракция (σ -смола) растворима в воде и обладает некоторой горечью, являясь слабым антисептиком.

Непосредственным источником горечи пива являются вещества, образующиеся из хмелевых веществ при кипячении сусле в результате их изомеризации и окисления.

Основная горечь пива обусловлена изомерными соединениями α -кислот. При кипячении сусле с хмелем изомеризация осуществляется через стадию образования изо- α -кислот в виде цис- и транс-изогумулона. При этом изомеризация протекает наиболее часто в соответствии с кинетическим уравнением первого порядка.

На процесс изомеризации α -кислот влияют многие технологические факторы. Например, состав α -кислот, рН среды, продолжительность кипячения сусле с хмелем и т. д.

Качественный состав гомологов α -кислот у некоторых сортов хмеля может отличаться, что сказывается на содержании изо- α -кислот в пиве. Это объясняется тем, что изомеризуется 35...41% гумулона, 38...59% когумулона и 41...67% адгумулона.

Наиболее значительно процесс изомеризации зависит от реакции среды. Так, при повышении pH с 5,2 до 5,5 изомеризация увеличивается на 25%, а при повышении pH с 5,2 до 5,8 — на 40%.

Продолжительность кипячения сусле с хмелем также влияет на образование изо- α -кислот. Так, после 30 мин кипячения сусле образуется более половины общего количества изо- α -кислот, а после 90 мин оно приближается к максимальному значению.

После кипячения сусле с хмелем в течение 2 ч изомеризация α -кислот прекращается; при более длительном кипячении из изогумулонов образуются гумулиновые кислоты, не обладающие горьким вкусом. Поэтому кипячение сусле с хмелем более 2 ч не только не способствует использованию горьких веществ хмеля, но может привести к частичной потере их. Часть горьких веществ теряется при брожении вследствие смещения значения pH и их адсорбции на дрожжах или при всплывании с пузырьками диоксида углерода. Лишь около 20...40% исходных горьких веществ присутствуют в пиве.

При кипячении сусле с хмелем одновременно с изомеризацией протекает и процесс окисления α -кислот, а также изо- α -кислот. В пиве представлено до 0,1% продуктов окисления изо- α -кислот, играющих незначительную роль в создании горечи, но положительно влияющих на пеностойкость пива. В большей степени влияют на горечь неизогумулиновые горькие соединения, которые, как правило, являются продуктами окисления α - и β -кислот.

Вкус и аромат пива обуславливаются совместным присутствием хмелевых веществ, белков, аминокислот и полифенолов хмеля.

Роль эфирных масел в формировании вкуса и аромата пива определяется их составом и количеством. Распространено мнение, что для получения пива со стойким ароматом и приятной горечью в хмеле должно содержаться больше сесквитерпенов (кариофилленов, гумуленов) и меньше мирцена.

Полифенольные вещества принимают участие в формировании вкуса пива в комплексе с горькими и другими веществами и способствуют пеностойкости.

Следовательно, присутствующие в хмеле хмелевые смолы, эфирные масла, полифенолы и другие соединения участвуют в формировании качества пива.

4.3.2.2. КИПАЧЕНИЕ СУСЛА С ХМЕЛЕМ

Первое сусле и промывные воды из фильтрационного аппарата поступают в суслварочный аппарат, где поддерживается температура 63...75 °С. При температуре не выше 75 °С сохраняется часть

α -амилаз в активном состоянии, поэтому может осахариваться крахмал, перешедший в сусло после промывания дробины водой. По окончании набора проверяют полноту осахаривания сусла по йодной пробе. При неполном осахаривании добавляют вытяжку из следующего затора, сусло выдерживают до полного осахаривания.

Хмель задают в сусловарочный аппарат как в начале кипячения, так и в течение всего процесса. Сусло начинают кипятить после набора всего его количества из фильтрационного аппарата.

Продолжительность кипячения сусла с хмелем 1,5...2 ч. Кипячение сусла производят интенсивно, благодаря чему обеспечиваются быстрое свертывание белков и лучшее использование горьких веществ хмеля. Кипячение сусла можно производить при атмосферном или при, небольшом избыточном (0,02 МПа) давлении. В последнем случае процесс проводят в герметически закрытом сусловарочном котле в течение 1 ч. Затем подачу пара прекращают и постепенно за 1 ч снижают давление до атмосферного, при этом сусло в котле продолжает кипеть. При кипячении сусла под небольшим избыточным давлением улучшается коагуляция белков и извлечение хмелевых веществ, что дает возможность несколько снизить расход хмеля, кроме того, можно использовать образующийся вторичный пар для нагрева воды.

Об окончании кипячения сусла с хмелем судят по следующим показателям: массовой доле сухих веществ в сусле, а также прозрачности и хлопьеобразованию (коагуляции белков).

Массовая доля сухих веществ в сусле, находящемся в сусловарочном аппарате, до кипения должна быть меньше, чем по окончании кипячения, настолько, насколько предполагают сконцентрировать сусло при выпаривании избыточной воды. При завершении кипячения сусла с хмелем массовая доля сухих веществ в нем должна быть либо строго стандартной, установленной для каждого сорта пива, либо меньше на количество, обусловленное испарением воды при последующем охлаждении сусла. По стандарту для пива Жигулевского массовая доля сухих веществ в начальном сусле 11%, Рижского — 12, Московского — 13, Ленинградского — 20% и т. п.

Хорошо прокипяченное сусло, налитое в пробный стакан, в проходящем свете от электролампы должно быть с блеском, с быстро оседающими крупными хлопьями скоагулированных белков. Недостаточно прозрачное или мутное сусло свидетельствует о наличии в нем нессахаренного крахмального клейстера или о попадании в него взвесей в процессе фильтрации затора.

Выход экстракта — это количество экстрактивных веществ, перешедших в горячее сусло из затертых зернопродуктов, выраженное в % мас. Этот показатель характеризует степень использования экстрактивных веществ зернопродуктов в производстве и предопределяет выход из него сусла и пива. Выход экстракта зависит от качества сырья, правильного выбора режима приготовления сусла.

Выход экстракта, % мас.,

$$\mathcal{E} = 0,96VEd/P, \quad (4.3)$$

где 0,96 — поправочный коэффициент, учитывающий уменьшение объема сусла при его охлаждении от 95...100 до 20 °С и изменение объема сусла за счет внесения хмеля и появления свернувшихся белков; V — объем горячего сусла в суслотарочном аппарате, л; E — массовая доля сухих веществ в сусле, %; d — относительная плотность сусла при 20 °С, кг/л; P — масса зернопродуктов, израсходованная для приготовления сусла; кг.

По завершении кипячения сусло направляют в хмелеотделитель. Последний представляет собой резервуар, снабженный вставным ситом, на котором задерживается хмелевая дробина. Дробину для извлечения остатков сусла промывают горячей водой (на 1 кг б... 7 л); промывные воды присоединяют к суслу.

Из хмелеотборного аппарата сусло подают на охлаждение.

4.3.2.3. СПОСОБЫ ОХМЕЛЕНИЯ СУСЛА

Содержание горьких веществ в пиве зависит от рН и концентрации сусла, количества полифенольных веществ и состава горьких кислот, а также от способа охмеления. Классический способ охмеления предусматривает дозированное внесение шишкового хмеля в сусло при кипячении.

Охмеление шишковым хмелем. По действующей технологической инструкции в сусло с массовой долей сухих веществ до 11% хмель вносят в два приема: 90% — через 10...15 мин после начала кипячения и 10% — за 30 мин до окончания его. В сусло с массовой долей сухих веществ 12% и выше предусматривается дозирование хмеля в три приема: 80% — через 10...15 мин после начала кипячения; 15% — за 30 мин до завершения и 5% — за 5...10 мин до окончания.

Норму внесения шишкового хмеля определяют с учетом норм горьких веществ Γ_x в горячем сусле и содержания α -кислот в хмеле. Нормы горьких веществ Γ_x на 1 дал горячего сусла при использовании шишкового непрессованного и прессованного, молотого брикетированного или гранулированного хмеля для пива разных наименований установлены следующие (в г/дал): для Жигулевского — 0,68...0,85; Московского — 1,20...1,50; Рижского — 0,99...1,24; Ленинградского — 1,49...1,86; Мартовского — 0,73...0,91; Украинского — 0,57...0,71; Бархатного — 0,50...0,62; Портер — 1,49...1,86.

Нормы внесения воздушно-сухого прессованного хмеля на 1 дал горячего сусла, г/дал,

$$H_1 = \Gamma_x \cdot 10^4 / [(d+1)(100-W)], \quad (4.4)$$

где d — массовая доля α -кислот в сухих веществах хмеля, %; W — массовая доля влаги в хмеле, %.

Расход воздушно-сухого прессованного хмеля на 1 дал готового пива, г/дал,

$$H_2 = H_1 \cdot 100 / (100 - P_{\text{ж}}), \quad (4.5)$$

где $P_{\text{ж}}$ — предельно допустимые потери по жидкой фазе, %.

Длительно хранившийся хмель вносят в сусло одной порцией и кипятят не более 1 ч, так как в нем прошли процессы превращения горьких кислот в мягкие смолы и мягких смол в твердые и поэтому возможно образование гумулиновых кислот. При кипячении сусла в течение 1 ч достигается удаление веществ с неприятным ароматом окисленных компонентов хмелевого масла.

Способ охмеления сусла, предусматривающий применение длительно хранившегося хмеля в смеси со свежим, разработан б. НПО ПБП. В первую порцию рекомендуют задавать свежий хмель, во вторую — длительно хранившийся хмель и кипятить с ним сусло не более 1 ч и в последнюю порцию — свежий хмель за 30 мин до окончания процесса. Общая продолжительность кипячения должна составлять 2 ч.

Способ охмеления путем внесения в сусло шишкового хмеля несовершенен, так как используется только 20...30% горьких веществ. Кроме того, при хранении хмеля наиболее подвержены окислению и полимеризации горькие вещества, что отрицательно отражается на протекании технологического процесса и качестве пива.

Для лучшего использования ценных компонентов хмеля в пивоварении на заводах стали применять способ обработки хмеля, разработанный автором учебника. По данному способу предусматривается применение специального аппарата, который устанавливают на сферическую крышку сусловарочного аппарата. Хмель и хмелепродукты перед внесением в сусло загружают в аппарат и обрабатывают активатором и теплоагентом. Этот способ обработки хмеля имеет следующие преимущества: восстанавливаются первоначальные свойства хмеля, утраченные в процессе подработки, хранения и транспортирования; повышается на 15...20% содержание хмелевых веществ в готовом пиве, значительно улучшается его качество.

Охмеление молотым брикетированным и гранулированным хмелем. Способ охмеления сусла с этими хмелевыми препаратами предусматривает замену прессованного хмеля целиком или частично. За счет более полного использования горьких веществ в расчет нормы внесения хмелевых препаратов в сусло вводят коэффициент 0,9. Примерный режим их внесения в сусло: 25% через 10...15 мин, 50% через 35...40 мин после начала кипячения сусла. Оставшийся хмель (25%) для менее концентрированного сусла (до 11% включительно) вносят за 30 мин, а для сусла с массовой долей сухих веществ 12% и выше — 15% за 30 мин и 10% за 5...10 мин до окончания кипячения сусла.

Охмеление неизомеризованным и изомеризованным экстрактом. На отечественных заводах шишковый хмель заменяют неизомери-

зованным экстрактом в количестве 25...50%. При этом не происходит ухудшения органолептических показателей пива.

Количество вносимого в сусло хмелевого экстракта зависит от конкретных условий работы завода: технологического режима, вида сырья, солевого состава воды и других факторов, в частности от продолжительности кипячения сусла (рис. 4.7).

За рубежом распространен способ охмеления сусла и пива очищенными изомеризованными экстрактами, состоящими из базисного экстракта и изогумулонового препарата. Базисный экстракт вводят в сусло при его кипячении, а изогумулоновый препарат, содержащий от 10 до 50% изо- α -кислот или их солей, вносят в пиво за 10 сут до его фильтрации. Выход горьких веществ при этом составляет 60...70%.

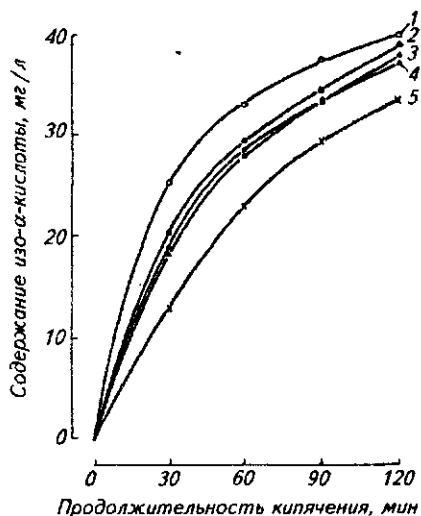


Рис. 4.7. Зависимость содержания изо- α -кислоты от времени кипячения сусла с хмелевыми препаратами:

- 1 — порошкообразный хмелевой экстракт;
- 2 — экстракт смолистых компонентов хмеля; 3 — порошкообразный хмель; 4 — обогащенный хмелевой порошок; 5 — хмель в шишках

4.3.3. ОСВЕТЛЕНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ СУСЛА

Цель проведения процессов осветления и охлаждения — выделение или отделение, удаление крупных и мелких взвесей; достаточное насыщение сусла кислородом; охлаждение до температуры внесения дрожжей.

Основы процессов осветления и охлаждения сусла. Под действием силы тяжести выделяются взвешенные вещества. При быстром охлаждении осаждаются большинство взвесей горячего сусла и часть взвесей охлажденного сусла. Взвеси охлажденного сусла начинают интенсивно выпадать в осадок при температуре ниже 60 °С (табл. 4.4), а при более высоких температурах переходят в раствор в противоположность взвесям горячего сусла. Высокое содержание взвесей охлажденного сусла может отрицательно сказаться на брожении из-за загрязнения дрожжевых клеток, а также на ухудшении вкуса и белковой стойкости пива. По этим причинам при температуре около 60 °С стремятся максимально отделить взвеси охлажденного сусла. Большинство ученых считают, что из всего количества

4.4. Влияние температуры на осаждение взвесей охлажденного сусла

Температура сусла, °С	Количество осадка взвесей охлажденного сусла с массовой долей сухих веществ 12%	
	мг/л	% к общему количеству, определенному при 0 °С
80	30	10,4
60	46	15,9
40	87	30,1
30	107	37,0
20	150	51,9
10	189	65,3
5	249	86,1
0	289	100,0

осадка взвесей (около 10 г на 1 дал) следует удалять около 80...90% взвесей горячего сусла.

При охлаждении также происходит насыщение сусла кислородом. Окислительные процессы под действием поступающего кислорода энергичнее протекают при более высокой температуре; сусло темнеет, резко понижаются хмелевой аромат и горечь. Эти явления нежелательны для качества сусла. Одновременно кислород способствует коагуляции белков и образованию осадка в сусле, благодаря чему оно лучше осветляется.

Для улучшения коагуляции белков и осаждения белковых дубильных соединений, интенсивного размножения дрожжей охмеленное сусло следует обогащать кислородом. Для исключения контакта сусла с наружным воздухом и возможности его инфицирования взвеси горячего сусла отделяют в гидроциклонном аппарате, охлаждают сусло в пластинчатом теплообменнике, а также аэрируют.

Для отделения крупных и мелких взвесей горячего сусла и взвесей охлажденного сусла предусматривают охлаждение сусла в две стадии. В первой стадии сусло медленно охлаждают до 60 °С, а во второй — быстро до 4...6 °С при низовом или 14...16 °С при верховом брожении.

Осветление сусла отстаиванием. Первую стадию осветления и охлаждения сусла проводят, применяя холодильную тарелку или отстойный аппарат.

Холодильная тарелка представляет собой плоский открытый сосуд высотой 20...35 см, установленный с небольшим уклоном. В одном углу тарелки сделаны отверстия с вентилями для слива сусла и белкового осадка. У вентиля для слива сусла имеется небольшой выступающий над поверхностью дна патрубок с ситом для предотвращения попадания в сусло белкового отстоя и механических примесей. Высота слоя сусла 10...15 см, и только при недостатке места допускается высота слоя на тарелке 15...30 см; длительность охлаждения от 2 до 6 ч.

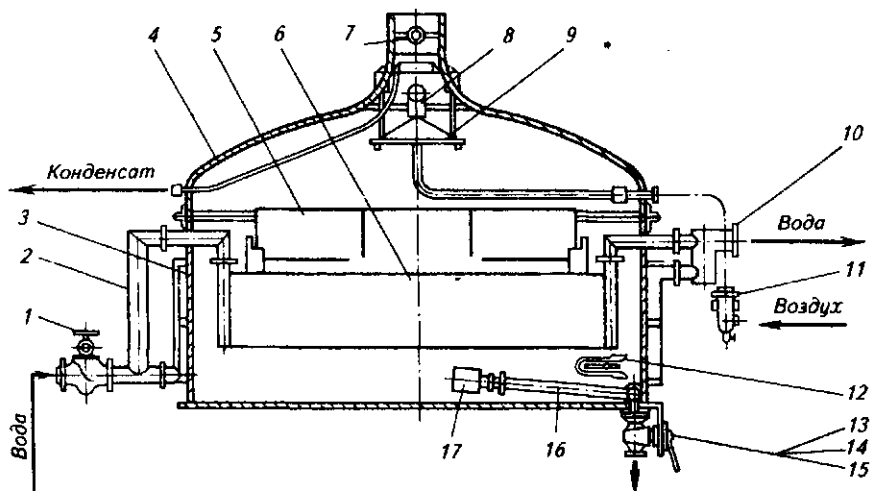


Рис. 4.8. Отстойный аппарат

Отстойный аппарат (рис. 4.8) — цилиндрический закрытый резервуар 3 с плоским наклонным дном и со сферической крышкой 4. Вверху крышки находится пароотводная трубка с дроссельной заслонкой 7. Для охлаждения суслу имеются наружная рубашка, охватывающая цилиндрическую часть аппарата, и плоская охлаждающая секция 6. Наружная рубашка и охлаждающая секция заполняются водой через запорный вентиль 1 и коллектор 2. Вода отводится через коллектор 10. Для получения тонкого слоя суслу, стекающего по стенам секции, установлен распределительный желоб 5.

Горячее сусло поступает в верхнюю часть аппарата через патрубок 8, где расположен конусный зонт 9, позволяющий подавать сусло тонкими струйками, что способствует его охлаждению. Для аэрации суслу под конус подается воздух, прошедший через обеспложивающий фильтр 11. На дне внутри аппарата шарнирно закреплена плавающая труба 16 с поплавком 17, предназначенная для спуска охлажденного суслу. На наружной поверхности дна установлены три пробковых крана: 13 — для спуска белкового отстоя, 14 — для спуска промывных вод в канализацию и 15 — для регулирования спуска осветленного суслу.

Аппарат заполняют горячим суслom на высоту до 0,9 м. Длительность охлаждения не превышает 120 мин. В течение этого времени температура суслу снижается до 55 °С. Контроль за режимом охлаждения осуществляется с помощью термометра 12.

Осветление суслу отстаиванием в холодильной тарелке или отстойном аппарате происходит медленно и неполно. Более полно можно взвешенные вещества выделить из суслу в сепараторе.

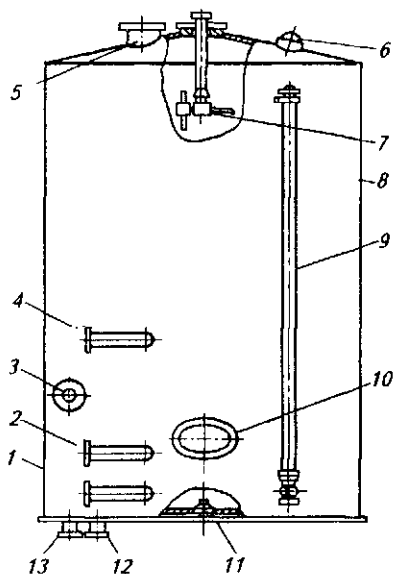


Рис. 4.9. Гидроциклонный аппарат:

1, 2, 4 — патрубки для выхода сусла; 3 — патрубок для входа сусла; 5 — пароводящий патрубок; 6 — осветитель внутреннего пространства; 7 — патрубок с моющей головкой; 8 — корпус аппарата; 9 — указатель уровня сусла; 10 — люк; 11 — размыватель осадка; 12 — патрубок для удаления осадка; 13 — патрубок для удаления мутного сусла

клонный аппарат, теплообменник, аэрационное устройство, флотационная емкость. Гидроциклонный аппарат РЗ-ВГЧ-3 (рис. 4.9) представляет собой цилиндр с конической крышкой и плоским дном. Горячее сусло вводят в виде струи в аппарат тангенциально через входной патрубок. Под действием тангенциально направленных сил сусло приобретает круговое движение и подвергается воздействию гидродинамических сил, обеспечивающих осаждение взвесей горячего сусла. В первую очередь у стенок образуется воронкообразное завихрение. На дне вследствие трения слоев сусла возникает вращательное движение, а от поверхности до дна действуют гидродинамические силы. Одновременно с вращением сусла возникает спиральное движение, влияющее на взвешенные частицы сусла. Под действием всего комплекса сил в течение 40 мин достигается хорошее осветление. На дне образуется плотный компактный конусообразный осадок, который удаляется после двух последовательных варок. Осветление этим способом исключает применение сепаратора.

Осветление сусла сепарированием. Горячее охмеленное сусло через хмелеотборный аппарат поступает в промежуточный напорный аппарат, который снабжен мешалкой для равномерного распределения взвешенных частиц. Затем сусло подается в сепаратор. При прохождении сусла через тарелки сепаратора под действием центробежной силы отделяется осадок, концентрирующийся в коническом кольцевом пространстве барабана. Осветленное сусло поднимается по тарелкам к центру и через специальный патрубок поступает в отводящий трубопровод. Далее сусло направляется в пластинчатый холодильник, где температура его понижается до 6°C . Охлажденное сусло поступает на брожение.

Осветление сусла с применением гидроциклонных аппаратов и флотационного способа. Современными способами осветления и охлаждения горячего сусла предусматривается использование следующего оборудования: гидроци-

В аппарате сусло находится около 20...40 мин, а затем его выпускают через патрубок в цилиндрической части, который расположен на 10 см выше уровня пола. Более продолжительное пребывание сусла в гидроциклонном аппарате не рекомендуется, так как может повыситься цветность сусла и произойти размывание осадка. Поэтому необходимо охлаждать сусло быстро, используя для этого теплообменники. Мутное сусло удаляют насосом, а осадок размывают водой, подаваемой к размывателю, а затем удаляют.

Гидроциклонные аппараты имеют ряд преимуществ по сравнению с отстойными аппаратами и сепараторами: просты по конструкции, легки в обслуживании, не требуются дефицитных запасных частей, значительно дешевле сепараторов; осветление сусла происходит быстрее (в 1,5...2 раза) и полнее, чем в отстойных аппаратах; возможно использование молотого хмеля; исключаются операции по подработке белкового отстоя, что способствует повышению производительности труда, снижению расхода электроэнергии и улучшению культуры производства; снижаются потери сухих веществ на 0,3%.

Однако осветление сусла в гидроциклонных аппаратах не всегда оправдывает себя на практике. Для нормальной работы аппарата необходимо обеспечить тангенциальный ввод сусла и заполнение аппарата со скоростью 10...20 м/с. Днище аппарата устанавливается с уклоном 2% к спускному отверстию. Эффективность работы аппарата снижается при осветлении сусла, содержащего большое количество взвесей, при грубом помоле хмеля и плохом качестве солода.

Для удаления взвеси охлажденного сусла ранее преимущественно применяли сепараторы, но в последнее время получили распространение флотационные способы и фильтрование через диатомит (кизельгур) или перлит. Кроме того, за рубежом для отделения взвесей охлажденного сусла проводят предварительное брожение сусла при температуре от 5 до 7 °С в течение 10...24 ч, после чего сбрасываемое сусло перекачивают в бродительные аппараты. При этом способе вследствие осаждения мелкодисперсной муты можно предохранить дрожжи от посторонних примесей и улучшить вкус пива; ускорения процесса главного брожения не наблюдается.

При флотационном способе сусло перенасыщается воздухом так, что каждая дрожжевая клетка снабжается воздушным пузырьком. При этом мелкие нерастворившиеся взвеси охлажденного сусла адсорбируются свободными пузырьками воздуха и выносятся на поверхность пивного сусла.

При флотационном способе (рис. 4.10) горячее сусло вначале поступает в гидроциклонный аппарат 1 для удаления горячих взвесей, далее насосом 2 направляется в пластинчатый теплообменник 3 для охлаждения, а затем в аэрационное устройство 5 типа трубы Вентури, где сусло и стерильный воздух интенсивно смешиваются при давлении 0,2 МПа, создаваемом насосом 4. При этом в сусло

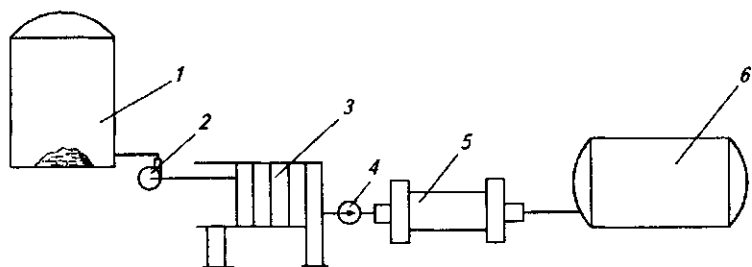


Рис. 4.10. Технологическая схема осветления охмеленного сусла флотационным способом

подается стерильный воздух в количестве 50...100 л/гл. После аэрационного устройства 5 сусло поступает во флотационную емкость 6, где воздух вместе с взвесями охлажденного сусла поднимается на поверхность вследствие снятия давления в емкости.

Дрожжи можно дозировать в сусло, а затем смесь подвергать интенсивной аэрации и далее подавать во флотационную емкость. Также распространено внесение пивных дрожжей во время проведения процесса флотации.

Через 4...16 ч во флотационной емкости образуется компактная дека, после чего сусло перекачивается в бродительные аппараты, а дека осаждается на стенках емкости и далее смывается водой. При этом выделяется примерно от 50 до 70% взвесей охлажденного сусла. При подборе флотационных емкостей необходимо предусмотреть, чтобы по мере заполнения их суслом для пены оставался свободный объем в пределах 30%.

В качестве флотационных емкостей можно применять горизонтальные бродительные аппараты.

Флотационным способом можно не только отделять взвеси охлажденного сусла, но и интенсивно снабжать дрожжевые клетки кислородом, что способствует их размножению и ускорению главного брожения.

К отделению взвесей охлажденного сусла флотационным способом следует прибегать только после получения в производственных условиях готового продукта улучшенного качества.

Осветление с применением фильтра и аэрации сусла. На отечественных заводах, оснащенных оборудованием из Чехии, сусло пропускают через фильтр с диатомитом или перлитом. При этом способе удаляется до 70% холодных взвесей, и при желании можно изменять степень осветления сусла.

При закрытой системе охлаждения сусла исключается поступление в него кислорода, что приводит к ухудшению условий размножения дрожжей и процесса брожения. Для достижения содержания кислорода в сусле 6...8 мг/л производят аэрацию стерильным возду-

хом при помощи металлокерамических свечей или свечей из пористого металла. Аэраторы устанавливают в трубопроводах после теплообменника, что обеспечивает мелкое диспергирование воздуха в сусле.

Охлаждение осветленного сусла. Для проведения этой (второй) стадии охлаждения применяют закрытый холодильник типа «труба в трубе» или пластинчатый теплообменник.

Закрытый холодильник типа «труба в трубе» (рис. 4.11) состоит из горизонтальных труб, соединенных между собой последовательно. При этом труба меньшего диаметра вставлена в трубу большего диаметра. По внутренним трубам течет сусло, а в межтрубном пространстве в противоположном направлении — охлаждающая жидкость.

На большинстве заводов сусло охлаждают до начальной температуры брожения в пластинчатых теплообменниках.

Пластинчатый теплообменник (рис. 4.12) состоит из рифленых пластин, устанавливаемых на переключной раме, между пластинами помещают прокладочные листы. Пластины по углам имеют четыре круглых отверстия. В собранном аппарате эти отверстия образуют

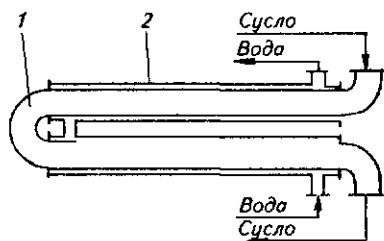


Рис. 4.11. Схема закрытого холодильника типа «труба в трубе»:

1 — внутренние трубы; 2 — наружные трубы

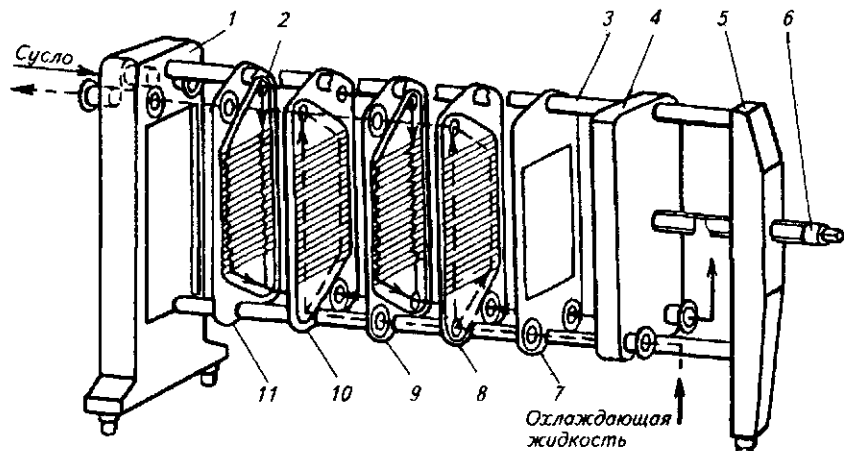


Рис. 4.12. Пластинчатый теплообменник:

1,5 — стойки; 2 — угловой канал; 3 — штанга; 4 — шпилька; 6 — винт; 7—11 — стальные пластины с каналами для сусла и охлаждающей жидкости

прямоугольные желобки. Последние, плотно прижатые к прокладочным листам, образуют прямоугольные каналы, по которым с одной стороны пластины зигзагообразно протекает сусло, а с другой — охлаждающая жидкость.

При охлаждении в пластинчатых теплообменниках устраняется возможность инфицирования сусла, они занимают меньшую площадь, легко очищаются.

4.3.4. ПРОИЗВОДСТВО КОНЦЕНТРАТОВ ПИВНОГО СУСЛА

Концентраты пивного сусла предназначены для изготовления пива на заводах, а также в домашних условиях. Концентраты могут быть также использованы в качестве добавок вместо несоложенного сырья в процессе приготовления сусла обычным способом. Концентраты пивного сусла выпускают в виде густых сиропов, содержащих 75...80% сухих веществ, или в виде светлого порошка влажностью не более 6%.

Концентраты пивного сусла в виде густых сиропов производят выпариванием неохмеленного пивного сусла при разрежении.

Концентрат в виде порошка готовят высушиванием охмеленного пивного сусла в вакуумной пневматической сушилке следующим образом. Охмеленное пивное сусло с содержанием сухих веществ 14...17% самотеком поступает в пневматическую распылительную форсунку, в которой струей сжатого воздуха производится тонкое дисперсное распыливание. Сусло в виде мельчайших капель попадает во встречный поток горячего воздуха температурой 130...150 °С в верхней части сушилки и мгновенно высушивается. Воздух, поступающий в сушилку, нагревается в паровом калорифере.

Полученный порошок и водяные пары из сушилки подаются вентилятором в циклон, где отделяется 65...70% всего количества порошка и направляется в транспортный трубопровод. Остальная часть порошка и все количество водяных паров нагнетаются вентилятором в рукавный фильтр; порошок задерживается на его внутренних стенках, а водяные пары проходят через фильтр, отсасываются выхлопным вентилятором и удаляются в атмосферу. Транспортным вентилятором порошок подается в циклон и далее — в сборник-разгрузитель.

Готовый концентрат расфасовывают в двухслойные пакеты из пергаментной бумаги, помещенные в фанерную бочку. Для приготовления пива такой концентрат растворяют в воде и полученное сусло сбраживают дрожжами.

Применение концентратов сусла для производства пива позволяет резко сократить капиталовложения, так как исключается необходимость строительства многочисленных солодовен и варочных цехов, значительно сокращаются расходы на транспортирование и хранение зерна.

4.3.5. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СУСЛА

Осветленное сусло стандартной концентрации, охлажденное до начальной температуры брожения, т. е. начальное сусло, должно отвечать определенным требованиям. Показатели качества начального сусла для основных сортов пива приведены в табл. 4.5.

4.5. Показатели качества начального сусла для разных сортов пива

Пиво	Массовая доля сухих веществ, %	Кислотность, см ³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	Цвет, см ³ 0,1 моль/дм ³ раствора йода на 100 см ³ воды
Жигулевское	11,0	1,5...2,5	0,8...2,0
Рижское	12,0	1,7...2,6	0,5...1,0
Московское	13,0	1,8...2,8	0,5...1,0
Ленинградское	20,0	2,8...4,5	1,0...2,5
Украинское	13,0	1,8...2,8	4...8
Мартовское	14,5	2,1...3,3	4...6

Состав начального сусла (в % к массе сухих веществ): сырая мальтоза (т. е. мальтоза наряду с незначительным количеством глюкозы, фруктозы и декстринов) 60...70, сахароза 2...8, глюкоза и фруктоза 6...9, пентозаны 3...4, несбраживаемые декстрины 15...26, азотистые вещества 3...6, минеральные вещества 1,5...2.

Технологический контроль на стадии осветления и охлаждения сусла включает в себя определение конечной степени сбраживания, степени осветления сусла, количества потерь экстракта. Проводят также биологический контроль.

Потери экстракта от варочного до броидильного цеха вычисляют, исходя из разницы между выходом экстракта в этих цехах. На основании полученных данных о потерях устанавливают количество сусла в броидильном цехе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные процессы протекают при затирании? 2. Какие применяют способы затирания солода, какое оборудование используют для этого? 3. С какой целью применяют при затирании несоложеное сырье? 4. Какие ферментные препараты используют при затирании? 5. Какие факторы влияют на скорость фильтрования затора? 6. Зачем проводят кипячение сусла с хмелем? 7. Какие способы охмеления сусла применяют на заводах? 8. Как определяют выход экстракта затираемых зернопродуктов? 9. Какие процессы протекают при осветлении и охлаждении сусла? 10. Какие аппараты используют при осветлении и охлаждении сусла?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Расчет выхода и потерь экстракта в варочном цехе

Потери в варочном цехе определяют по разности между количествами экстракта, поступившего со всеми видами сырья и полученного в готовом сусле.

Потери сусла в хмелевой дробине зависят от тщательности ее промывания. Для промывания хмелевой дробины должен быть установлен мерник для горячей воды. Суммарные видимые потери на стадии охлаждения при пересчете на объемы горячего и холодного сусла при стандартном содержании массовой доли сухих веществ могут колебаться в пределах 5,5...7,0% (в том числе 4% составляют мнимые потери объема в результате сжатия сусла при охлаждении от 100 до 20 °С).

Для оценки работы варочного цеха и правильности ведения режима затириания определяют выход экстракта и потери его суммарно за определенный период.

Выход экстракта по варочному цеху за отчетный период рассчитывают по формуле (4.3).

Подсчитанный выход экстракта сравнивают со средневзвешенной экстрактивностью затраченных зернопродуктов. Экстрактивность того или иного вида сырья определяют в отобранных средних пробах в заводской лаборатории. Средневзвешенную экстрактивность рассчитывают по лабораторной экстрактивности и количеству переработанного за отчетный период каждого вида сырья.

Разница между средневзвешенной экстрактивностью сырья по лабораторным данным и выходом экстракта в варочном цехе при нормальных условиях может составить 1,6...2,2 % в зависимости от качества перерабатываемого сырья и технического уровня оборудования варочного цеха.

Большое различие между лабораторным и производственным выходами указывает на плохое промывание дробины или неправильное дробление солода и ячменя, или на необходимость изменения технологических режимов затириания.

Выход экстракта, %,

$$\mathcal{E} = 0,96 V E d / P,$$

где 0,96 — коэффициент, учитывающий уменьшение объема сусла при его охлаждении от 95...100 до 20 °С и изменение объема за счет внесения хмеля и появления свернувшихся белков; V — объем горячего сусла, л; E — массовая доля сухих веществ, %; d — относительная плотность сусла при 20 °С, кг/л; P — масса зернопродуктов, кг.

Пример 1. Рассчитать выход экстракта в варочном цехе, если израсходовано 2600 кг солода и получено 16 890 л сусла с массовой долей сухих веществ 11 % и относительной плотностью сусла при 20 °С 1,0442.

$$\mathcal{E} = 0,96 \cdot 16\,890 \cdot 11 \cdot 1,0442 / 2600 = 71,63 \%$$

Потери экстракта вычисляют как разность между массой экстрактивных веществ в затертом сырье и массовой долей сухих веществ в горячем сусле.

Потери экстракта, %,

$$П_3 = (E_c \cdot P_{\text{зат}} / 100) - (0,96 V E d / 100), \quad (4.6)$$

где E_c — экстрактивность солода на сухое вещество, %; $P_{\text{зат}}$ — количество засыпанного солода на один затор, кг.

Потери экстракта, %,

$$П_3 = (E_c - \mathcal{E}).$$

Пример 2. Определить потери экстракта в варочном цехе, если засыпано 2180 кг солода на один затор, экстрактивность солода на сухое вещество 76 %, объем горячего суслу 14 500 л, массовая доля сухих веществ суслу 11 %, относительная плотность суслу при 20 °С 1,0442.

$$П_3 = (2180 \cdot 76 / 100) - (0,96 \cdot 14 \cdot 500 \cdot 11 \cdot 1,0442 / 100) = 1657 - 1599 = 58 \text{ кг};$$

$$П_3 = 76 - (0,96 \cdot 14 \cdot 500 \cdot 11 \cdot 1,0442 / 2180) = 76,0 - 73,3 = 2,7 \text{ \%}.$$

Расчет расхода сырья на приготовление суслу для различных сортов пива

Расход зернопродуктов определяют с учетом технической документации на различные сорта пива, экстрактивности сырья, потерь экстракта с дробинкой и по жидкой фазе.

Норма расхода зернопродуктов на 1 дал пива при плановой экстрактивности, кг,

$$M = P d \cdot 100 \cdot 0,96 \cdot 100 / (E_n - П_p) (100 - П_ж) 10, \quad (4.7)$$

где P — массовая доля сухих веществ суслу по стандарту, %; d — относительная плотность суслу при 20 °С, кг/л; E_n — плановая средневзвешенная экстрактивность зернопродуктов в пересчете на воздушно-сухое вещество, %; $П_p$ — норма потерь экстракта в варочном цехе, % к затертому сырью; $П_ж$ — планируемые общие потери пива по жидкой фазе, %; 0,96 — постоянный коэффициент, учитывающий изменение объема суслу при снижении температуры от 100 до 20 °С.

Пример 1. Рассчитать количество зернопродуктов для производства 1000 дал Украинского пива по следующим данным: состав засыпи составляет 50 % светлого солода с $E_n = 76$ %; 44 % темного солода с $E_n = 74$ %; 6 % карамельного солода с $E_n = 72$ %.

Согласно требованиям нормативной документации массовая доля сухих веществ начального суслу для Украинского пива $P = 13$ %, соответственно $d = 1,0526$ кг/л. Потери экстракта в варочном цехе $П_p = 2,8$ % к массе зернопродуктов, потери по жидкой фазе $П_ж = 12$ %.

Норму расхода зернопродуктов M определяем по формуле (4.7):

$$M = 13 \cdot 1,0526 \cdot 100 \cdot 0,96 \cdot 100 / [(76 \cdot 0,5 + 74 \cdot 0,44 + 72 \cdot 0,06) - 2,8] (100 - 12) 10 = 2,070 \text{ кг}.$$

Определение расхода воды для затирания на каждые 100 кг зернопродуктов производят с учетом лабораторной экстрактивности солода E_n и желаемой массовой доли сухих веществ первого суслу P_1 .

Объем воды, м³,

$$V_{\text{в}} = E_{\text{д}}(100 - P_1)/P_1.$$

Пример 2. Рассчитать необходимый объем воды для затирания 100 кг солода, если $E_{\text{д}} = 72\%$; $P_1 = 15\%$.

$$V_{\text{в}} = 72(100 - 15)/15 = 0,408 \text{ м}^3.$$

На практике объем воды для затирания принимают четырехкратным к засыпи: $V_{\text{в}} = 400 \cdot M_{\text{зас}}/100$, где $M_{\text{зас}}$ — масса единовременной засыпи, равная 100 кг зернопродуктов.

Определение расхода хмеля на 1 дал пива рассчитывают с учетом норм горьких веществ ($\Gamma_{\text{х}}$) в горячем сусле и содержания α -кислот в хмеле.

Пример 3. Рассчитать расход прессованного хмеля H_2 на 1 дал пива Жигулевское, если массовая доля α -кислот в сухих веществах хмеля $\alpha = 2,8\%$, массовая доля влаги $W = 12\%$. Норма горьких веществ в 1 дал горячего сула $\Gamma_{\text{х}} = 0,68$ г/дал. Потери по жидкой фазе $P_{\text{ж}} = 12\%$.

Норму внесения воздушно-сухого прессованного хмеля на 1 дал горячего сула рассчитываем по формулам (4.4) и (4.5), приведенным на с. 199, 200: $H_1 = \Gamma_{\text{х}} \cdot 10^4 / [(\alpha + 1)(100 - W)]$; $H_1 = 0,68 \cdot 10^4 / [(28 + 1)(100 - 12)] = 20,33$ г/дал.

Расход воздушно-сухого прессованного хмеля на 1 дал пива с учетом потерь по жидкой фазе:

$$H_2 = H_1 \cdot 100 / (100 - P_{\text{ж}}); H_2 = 2033 / 88 = 23,10 \text{ г/дал.}$$

Составление почасового графика работы варочного цеха

Для наиболее эффективного использования оборудования варочного цеха составляют почасовые операционные графики (табл. 4.6 и 4.7). Они разнообразны, так как применяют различные способы затирания, сырье, варочные агрегаты.

4.6. Примерный почасовой график работы четырехаппаратного варочного агрегата при настольном способе затирания

№ операции	Операция	Температура, °С	Продолжительность, мин
1	Набор воды в заторный аппарат	42	15
2	Затирание	40	15
3	Выдержка в заторном аппарате	40	30
4	Подогрев	До 52	12
5	Белковая пауза	52	30
6	Подогрев	До 63	11
7	Мальтозная пауза	63	30
8	Подогрев	До 70	7
9	Осахаривание	70	30
10	Подогрев	До 72	2
11	Выдержка	72	До полного осахаривания
12	Подогрев	До 76	4
13	Перекачивание всего затора в фильтрационный аппарат	76	10
14	Начало фильтрования	76	10
15	Фильтрование первого сула	76	90

Продолжение

№ операции	Операция	Температура, °С	Продолжительность, мин
16	Выщелачивание дробины	76...78	150
17	Сбор промывных вод	78	20
18	Удаление дробины и подготовка фильтрационного чана к новому циклу	—	40
19	Нагрев до кипения	—	10
20	Кипячение сусла с хмелем	100	120
21	Перекачивание сусла в отстойный чан	100	40
Всего			11 ч 30 мин

При настольном способе затирания необходимо особо тщательно следить за соблюдением температурных пауз, так как этот способ затирания основан на том, что составные части солода растворяются и расщепляются главным образом под действием ферментов солода (кипячение затора не проводится). Этот способ затирания предпочтителен и экономически эффективен при высоком качестве солода.

4.7. Почасовой график работы шестиаппаратного варочного агрегата при одноварочном способе затирания

№ операции	Операция	Температура, °С	Продолжительность, мин
1	Набор воды в 1-й заторный аппарат	40	15
2	Выдержка	40	20
3	Подогрев	До 52	10
4	Белковая пауза	52	30
5	Подогрев	До 63	10
6	Мальтозная пауза	63	30...40
7	Откачивание жидкой части во 2-й заторный аппарат	—	10
8	Подогрев густой части в 1-м заторном аппарате	До 70	10
9	Выдержка	70	15...20
10	Подогрев	До 100 (быстро)	20...25
11	Кипячение	100	30
12	Перекачивание жидкой части во 2-й заторный аппарат	70	10
13	Осахаривание всего затора	При 70	До 30*
14	Подогрев	До 72...73	5
15	Выдержка	72...73	До полного осахаривания
16	Подогрев	До 76	2
17	Перекачивание затора на фильтрование	76	10

Продолжение

№ операции	Операция	Температура, °С	Продолжительность, мин
18	Начало фильтрования затора	76	10
19	Фильтрование первого сусла	76	90
20	Выщелачивание дробины	76...78	15
21	Сбор промывных вод	78	20
22	Удаление дробины и подготовка фильтрационного аппарата к новому циклу	—	40
23	Нагрев до кипения	100	10
24	Кипячение сусла с хмелем	100	120
25	Перекачивание сусла в отстойный аппарат	—	40
Всего			11 ч 30 мин

* Продолжительность уточняют проверкой на осахаривание.

4.4. БРОЖЕНИЕ СУСЛА, ДОБРАЖИВАНИЕ И СОЗРЕВАНИЕ ПИВА

Процесс брожения происходит под действием ферментов пивных рас дрожжей, расщепляющих основное количество углеводов сусла с образованием этилового спирта, диоксида углерода и побочных вторичных продуктов брожения. Начальное сусло превращается в готовое пиво в результате главного брожения, дображивания и созревания.

4.4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРОЖЖЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПИВОВАРЕНИИ

При выборе штамма дрожжей критериями могут служить следующие показатели: форма и размер клеток, бродильная активность, флокуляционная способность, обеспечение требуемых вкусовых свойств пива.

Форма и размер дрожжевых клеток тесно связаны с их физиологическим состоянием, возрастом и составом среды. При постоянном составе среды размер клеток и их форма становятся типичными признаками отдельных штаммов; длина большинства клеток пивных дрожжей 9...11 мкм, ширина 6...8 мкм. Различие в форме отдельных клеток обусловлено изменениями состава среды, питания и температуры, наличием вредных примесей, в частности тяжелых металлов, и т. п. Здоровые дрожжи всегда наряду с крупными клетками имеют мелкие клетки, которые в период интенсивного роста не смогли еще достичь размера, присущего взрослым клеткам. Форма мелких клеток обычно круглая, крупных — овальная и легко изменяется на продолговатую.

Каждый штамм дрожжей проявляет флокуляционную способность, т. е. способность объединяться в мелкие хлопья и быстро оседать. Флокуляционная способность дрожжей зависит от генетических свойств дрожжей, а также состава сусла, разномножения клеток, температуры брожения, аэрации. Флокуляционная способность дрожжей понижается в сусле, имеющем высокое содержание сбраживаемых сахаров, при интенсивной аэрации, низкой норме введения дрожжей, высокой температуре брожения и др.

Бродильная активность дрожжей, предопределяющая ход брожения, зависит от их генетических свойств и физиологического состояния, типа флокуляции, состава сусла и т. д. Наиболее часто бродильную активность дрожжей характеризуют количеством выделившегося в единицу времени диоксида углерода; о ней можно судить также по степени сбраживания сусла.

По состоянию в сусле различают хлопьевидные и пылевидные дрожжи. Хлопьевидные дрожжи флокулируют в конечной стадии брожения. Они образуют взвеси и опускаются на дно плотным слоем. Пылевидные дрожжи остаются во взвешенном состоянии дольше и осаждаются только как жидкий супообразный осадок. Вследствие длительного времени их соприкосновения с сусликом они обладают большой бродильной способностью. Хлопьевидные дрожжи могут, наоборот, иногда слишком рано флокулировать и осаждаться. Из-за этого продолжительность брожения значительно увеличивается. Поэтому при перекачивании в резервуары для свежего пива на отстаивание отбродившее пиво часто смешивают с пылевидными и хлопьевидными дрожжами.

Процесс брожения связан с образованием летучих веществ, которые сильно влияют на качество пива, особенно на его вкус и аромат. Поскольку способность различных штаммов дрожжей к образованию этих соединений неодинакова, то при выборе дрожжей этот аспект надо также иметь в виду. Образование вторичных продуктов зависит также не только от штамма используемых дрожжей, но и от состава сусла и технологии брожения.

В пивоварении применяют дрожжи низового и верхового брожения: первые, развиваясь в сбраживаемом сусле, опускаются вниз и образуют плотный осадок, вторые поднимаются на поверхность сусла и скапливаются там в виде слоя пены. Иногда эти признаки все же могут изменяться.

Следовательно, при выборе штамма необходимо учитывать совокупность всех свойств данной культуры, чтобы выбранные дрожжи имели высокие бродильную активность и флокуляционную способность, обеспечивали также хороший вкус и аромат пива.

На отечественных пивоваренных заводах применяют расы дрожжей 11, 776, 41, S и P (львовская раса), а также штаммы 8a (M) и Ф-2.

Штамм 8a (M) выведен методом селекции из пивных дрожжей расы S (львовская) и предназначен для использования при низовом

брожения. Дрожжи штамма 8а (М) имеют следующие показатели: взрослые клетки односуточной культуры, выращенной на жидком охмеленном сусле с массовой долей сухих веществ 11%, имеют размеры 6,5×7,1 мкм; бродильная активность 2,04 г СО₂ на 100 мл сусла за 7 сут при температуре 7 °С; флокуляционная способность хорошая; вкус и аромат приятные.

В лабораторных условиях штамм хранят на скошенном сусло-агаре при температуре 6...7 °С. Пересев производят один раз в 2...3 мес вначале на охмеленное сусло, а затем на сусло-агар.

Длительность использования производственных дрожжей не более 5...8 генераций.

При использовании дрожжей штамма 8а (М) интенсифицируется процесс брожения и улучшается качество пива.

Штамм Ф-2 получен гибридизацией пивных дрожжей расы 44 и отличается от существующих штаммов пивных дрожжей способностью сбраживать углеводы сусла, состоящие из четырех остатков моносахаров (мальтотетраоза). Пивные дрожжи штамма Ф-2, предназначенные для проведения низового брожения, имеют размер клеток 10×4,5...6,5 мкм, бродильная активность 2,40 г СО₂ на 100 мл сусла за 7 сут при температуре 7 °С.

При использовании штамма Ф-2 получают глубоковыброженное пиво с повышенной стойкостью.

Состав пива и его органолептические показатели складываются в процессе главного брожения сусла. Поэтому современные данные об изменении состава сусла при сбраживании экстрактивных веществ позволяют целенаправленно совершенствовать технологию и улучшать качество готового пива.

4.4.2. РАЗВЕДЕНИЕ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ДРОЖЖЕЙ

Под разведением чистой культуры дрожжей понимают увеличение массы дрожжей из пробирки, получаемой из музейной коллекции, до массы дрожжей, задаваемых в бродильный аппарат. Процесс разведения состоит из двух стадий: лабораторной (разведение дрожжей в микробиологической лаборатории) и цеховой (разведение в отделении чистой культуры).

Разведение дрожжей без специальных аппаратов. Лабораторная стадия предусматривает несколько последовательных пересевов. Вначале чистую культуру из пробирки с помощью микробиологической петли переносят в колбу, содержащую 20 мл стерильного охмеленного сусла. Посевы хранят при температуре 20...23 °С до момента интенсивного брожения, т. е. 24...36 ч. Далее бродящее сусло переливают в колбу, содержащую 100 мл стерильного охмеленного сусла, и при температуре 8...10 или 18...20 °С, если нет холодильника, проводят брожение. Бродящую разводку из этой колбы переливают в тщательной вымытую спиртом бутылку и дово-

дят объем дрожжевой разводки до 500 мл стерильным охмеленным суслим. Брожение сусли в этой бутылке ведется при той же температуре. При последующем пересеве объем дрожжевой разводки доводят до 2500 мл стерильным охмеленным суслим и при той же температуре продолжают брожение. После энергичного брожения разводку дрожжей переносят в бутылку, в которую набирают стерильное охмеленное сусли до 10 л и сбраживают в течение 5...6 сут при температуре 7...8 °С. После этого пересева, который является пятым, заканчивается лабораторная стадия разведения чистых культур дрожжей.

Дальнейшее размножение проводят в промежуточной емкости объемом до 4000...6000 л, в которую вначале задают всю дрожжевую разводку и набирают до 300 л заводского охмеленного сусли. Затем после накопления биомассы дрожжей набирают 3000...5000 л охмеленного сусли. На стадии энергичного брожения промежуточную емкость доливают заводским суслим до первоначального объема.

Разведение дрожжей в специальных аппаратах. Цеховая стадия — это разведение дрожжей на стерильном охмеленном сусли в специальных аппаратах. На производстве получила распространение установка Грейнера, состоящая из стерилизатора сусли, бродильных цилиндров, резервуара для предварительного брожения и сосудов для посевных дрожжей. Каждый бродильный цилиндр снабжен сосудом для посевных дрожжей. Число бродильных цилиндров (от 1 до 4) зависит от количества рас дрожжей, размножаемых в установке.

Разведение чистой культуры происходит следующим образом. В стерилизатор набирают горячее охмеленное сусли, кипятят и охлаждают до 8...12 °С. Охлажденное сусли направляют в бродильный цилиндр, куда переносят разводку чистой культуры дрожжей после пятого пересева. Сбраживание сусли продолжают в течение 3 сут. При этом дрожжи размножаются и их биомасса увеличивается. После брожения из цилиндра отбирают часть разводки дрожжей (10 л) в сосуд для посевных дрожжей, где она хранится до следующего пересева. Основную часть разводки дрожжей из цилиндра перекачивают в резервуар предварительного брожения, куда подают заводское охмеленное сусли температурой 9 °С. В резервуаре предварительного брожения длительность размножения дрожжей 3 сут.

В следующих циклах бродильные цилиндры, освобожденные от дрожжей, заполняют стерильным суслим из стерилизатора и засевают дрожжами, хранящимися в сосудах (10 л). Процесс размножения дрожжей в аппарате конструкции Грейнера повторяют многократно до обнаружения в дрожжах посторонней микрофлоры.

Сброженную биомассу из резервуара предварительного брожения передают в бродильный аппарат вместимостью 1000 л и доливают в него 300 дал заводского охмеленного сусли, а через 12 ч —

еще 400 дал. Через 36 ч забродившее сусло можно вносить в качестве дрожжей в аппарат главного брожения. Осевшие при брожении дрожжи снимают, промывают холодной водой и используют в производстве.

Каждый оборот дрожжей называется генерацией. Повторно используемые генерации дрожжей должны удовлетворять следующим требованиям: количество мертвых дрожжевых клеток не выше 5%; наличие посторонних бактериальных клеток не выше 0,5%; упитанность дрожжевых клеток по гликогену не ниже 70%; присутствие клеток диких дрожжей не допускается.

4.4.3. ГЛАВНОЕ БРОЖЕНИЕ СУСЛА

В процессе главного брожения сбраживается основное количество сахаров пивного сусла при определенном температурном режиме и образуется молодое пиво, представляющее собой мутную жидкость со своеобразным ароматом и вкусом, которое поступает на дображивание и созревание.

При осуществлении технологии брожения принимают во внимание факторы, влияющие на процесс, а также современный уровень техники.

4.4.3.1. ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ БРОЖЕНИИ СУСЛА

При главном брожении сусла протекают биологические, биохимические и физико-химические процессы, которые обуславливают формирование состава молодого пива.

Биологические процессы. К ним относится процесс размножения дрожжей. Способность дрожжей к размножению, т. е. к увеличению числа их клеток, зависит от состава питательных веществ в сусле, температуры, pH среды, доступа кислорода и др.

Размножение дрожжей при сбраживании пивного сусла проходит четыре основные фазы:

латентную, когда клетки приспосабливаются к среде и видимые признаки размножения дрожжей отсутствуют;

логарифмическую, характеризующуюся интенсивным размножением при некотором отставании прироста биомассы дрожжей;

стационарную, в которой размножение дрожжей замедляется и количество клеток остается без изменений;

затухания, характеризующуюся снижением активности размножения клеток, что обусловлено уменьшением массы питательных веществ и увеличением количества продуктов обмена.

Размножение дрожжей прекращается, мертвые клетки оседают на дно бродильного аппарата. Количество дрожжевых клеток в конце брожения увеличивается в 2...5 раз.

Биохимические процессы. К ним относится спиртовое брожение, представляющее собой цепь ферментативных процессов, конечным

результатом которых является распад глюкозы с образованием этилового спирта и диоксида углерода, высвобождение энергии и теплоты. Вместе с тем эта энергия необходима дрожжевой клетке для образования новых тканевых веществ, используемых для жизнедеятельности, в том числе для роста и размножения.

Спиртовое брожение — каталитический процесс, происходящий под действием биологических катализаторов — ферментов. Этот сложный непрерывный процесс распада сахара катализируется разными ферментами с образованием 12 промежуточных продуктов. Углеводы сбраживаются в определенной последовательности, обусловленной скоростью их проникновения в дрожжевую клетку. Вначале сбраживаются глюкоза и фруктоза. Сахароза предварительно гидролизуется ферментом β -фруктофуранозидазой дрожжей до глюкозы и фруктозы, которые расходуются дрожжами еще в начале брожения. Когда в сусле почти не остается фруктозы и глюкозы, дрожжи начинают потреблять мальтозу, которая под действием фермента α -глюкозидазы превращается в глюкозу. В среднем в 100 мл 12%-ного суслу содержится около 7,8 г сбраживаемых сахаров. Из них приходится, например, 14% на глюкозу и фруктозу, 4% на сахарозу, 64% на мальтозу и 18% на мальтотриозу (триозы). Из этих видов сахаров сначала сбраживаются моносахариды и дисахариды. Триозы сбраживаются большей частью во время дображивания, и от интенсивности протекания этого процесса зависит степень сбраживания готового пива.

При ферментативном распаде углеводов в качестве побочных продуктов брожения в небольших количествах образуются высшие спирты, сложные эфиры, альдегиды и их производные, органические кислоты, а также соединения, содержащие серу. Эти вещества имеют значение для аромата и вкуса пива.

Содержание высших спиртов в пиве зависит от штамма и нормы введения дрожжей, режима брожения и состава суслу.

Высокая температура брожения, интенсивная аэрация и перемешивание суслу обуславливают высокую концентрацию спиртов, а брожение под давлением снижает их образование. При низком содержании α -аминокислот в сусле увеличивается концентрация высших спиртов. Те же закономерности действуют при образовании сложных эфиров.

Содержание альдегидов при ускорении брожения несколько понижается.

Увеличение содержания четырехуглеродных соединений — ацетона, диацетила, 2,3-бутиленгликоля — находится в прямой зависимости от повышения температуры брожения, нормы введения дрожжей и количества кислорода.

В процессе главного брожения образуются органические кислоты — уксусная, молочная, янтарная, муравьиная, пировиноградная, лимонная, яблочная и др.

К летучим относят уксусную и муравьиную кислоты, образующиеся в результате расщепления глюкозы. Образование уксусной кислоты усиливается при увеличении нормы введения дрожжей, повышении температуры и интенсивной аэрации. В пиве может содержаться 20...150 мг/л уксусной кислоты, 20...40 мг/л муравьиной.

Нелетучие кислоты — пировиноградная, янтарная, лимонная, молочная — образуются как продукт обмена дрожжей при брожении, а также при дезаминировании аминокислот. В пиве может находиться пировиноградной кислоты 40...75 мг/л, янтарной в среднем 60...100, молочной 20...120 и лимонной 110...120 мг/л.

В течение трех-четырех дней главного брожения образуются как продукты обмена дрожжей карбоновые (жирные) кислоты: капроновая, каприловая, каприновая и лауриновая.

При ускоренном брожении содержание этих кислот понижается, а в случае автолиза дрожжей возрастает. Эти кислоты могут отрицательно влиять на вкус и пеностойкость готового пива.

В процессе брожения образуется 1300...2000 мг/л глицерина. При высокой температуре брожения и массовой доле сухих веществ в сусле, а также повышенной норме введения дрожжей накапливается наибольшее количество глицерина.

Содержание азотистых веществ при брожении уменьшается примерно на 30%. В молодом пиве, приготовленном только из солода, содержится около 650 мг/л азотистых веществ. Из них почти 25...45% — аминокислоты и пептиды, которые ассимилируются дрожжами. Количество ассимилируемого дрожжами низкомолекулярного азота зависит от штамма дрожжей, способа брожения, аэрации сусла и т. п. Ассимиляция азота, уменьшение его общего содержания являются условием для размножения дрожжей при брожении и образования веществ, создающих аромат пива. В процессе брожения происходит выделение дрожжами до 33% ассимилированного азота, который придает пиву бархатистую консистенцию и полноту вкуса. Кроме того, вследствие понижения рН сусла при брожении выделяется высокомолекулярный азот и изменяется степень дисперсности отдельных его фракций.

Минеральные вещества, особенно фосфаты, имеют значение для процессов обмена веществ. Зола охмеленного сусла обычно составляет около 2100 мг/л, во время главного брожения количество ее уменьшается приблизительно на 200 мг/л, причем уменьшение почти 50% происходит за счет фосфатов. Вследствие этого изменяются также соотношения буферности и кислотности в пиве.

При брожении происходит сдвиг рН в кислую сторону на значение, которое составляет около 1, т. е. от 5,2...5,7 до 4,35...4,65. Изменяется рН в результате действия кислот, возникающих как вторичные продукты обмена веществ в дрожжах, а также удаления фосфатов и ассимиляции аммиака из аминокислот. Количество и

скорость образования кислот зависят от состава сусла, штамма дрожжей и режима брожения.

Пылевидные дрожжи оказывают более быстрое воздействие, чем хлопьевидные, на понижение рН. При повышенной норме введения дрожжей (25...30 млн клеток в 1 мл) ускоряются снижение рН и осаждение гумми-веществ. Верховое брожение также вызывает быстрое понижение рН.

В результате понижения рН изменяется растворимость некоторых веществ во время брожения, поэтому выделяются меланоидины, полифенолы и горькие вещества.

В процессе брожения на поверхности сусла появляются пузырьки диоксида углерода, которые доставляют горькие вещества в завитки пены или адсорбируются на поверхности дрожжевых клеток. При этом возможно уменьшение количества горьких веществ до 35%: α -кислоты, а вместе с ними часть изо- α -кислот и гулупоны выпадают в осадок.

При интенсификации процесса брожения наблюдается увеличение потерь горьких кислот. Однако их потери уменьшаются на 10...20% при брожении под давлением и в цилиндрикоконических аппаратах.

Уменьшение содержания полифенолов, а из них в большей степени антоцианогенов (20...30%), способствует повышению коллоидной стойкости пива.

Цветность молодого пива меньше, чем начального сусла, что связано с удалением меланоидинов, полифенолов и других красящих веществ вместе с декой, дрожжами и осадком.

Физико-химические процессы. Они характеризуются изменением окислительно-восстановительного потенциала (r_{H_2}). Окислительно-восстановительный потенциал начального сусла r_{H_2} находится в пределах 20...22, а иногда 24...26. В начале брожения дрожжи интенсивно потребляют кислород и тем обуславливают отсутствие его в молодом пиве. Поэтому во время брожения r_{H_2} понижается до 8...12.

При благоприятном составе сусла, высокой бродильной активности дрожжей наблюдается сильное понижение r_{H_2} во время брожения. Низкое значение r_{H_2} указывает на то, что пиво не подвержено окислению, что важно для стабилизации его вкуса.

4.4.3.2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС БРОЖЕНИЯ СУСЛА

Протекание процесса главного брожения определяется в первую очередь температурой, деятельностью дрожжей, концентрацией углеводов сусла.

Температура. Процесс сбраживания сусла дрожжами часто регулируется температурой, которую устанавливают в зависимости от принятого на заводе режима брожения.

При низовом брожении различают холодный и теплый режимы брожения. Холодный режим предусматривает проведение брожения при температуре 5...9 °С. Теплый режим брожения протекает при 9...14 °С.

На практике регулирование температуры — самый эффективный способ изменения в нужной степени скоростей брожения и размножения дрожжей. При низкой температуре брожение протекает замедленно, дрожжи размножаются медленно, тогда как при более теплом режиме брожение протекает интенсивно, а дрожжи размножаются быстро.

Жизнедеятельность дрожжей. Процесс брожения начинается с введения дрожжей в начальное сусло. Скорость брожения и степень сбраживания (количество сброженного экстракта в процентах от содержания экстракта в начальном сусле) зависят от нормы введения дрожжей.

Обычно в сусло вводят дрожжи в количестве 0,5...0,8 л/гл, что соответствует (15...20) 10^6 дрожжевых клеток в 1 мл сусла. Иногда расчет производят на 100 кг засыпи — 2...3 л дрожжей, эта норма может быть уменьшена, если начальное сусло имеет высокую температуру, не инфицировано и применяют закрытые бродильные аппараты.

Увеличение нормы введения дрожжей рекомендуется для сусла, зараженного термобактериями, при хорошем охлаждении цеха брожения и использовании бродильных аппаратов открытого типа.

Физиологическое состояние семенных дрожжей также влияет на норму введения дрожжей: при продолжительном хранении их следует увеличить дозировку.

Часто для ускорения брожения увеличивают количество вводимых дрожжей. При этом продолжительность брожения при норме введения дрожжей 0,5 л/гл составляет 7...8 сут, при 1 л/гл — 7, а при 2 л/гл сокращается до 4...5 сут. Однако при этом прирост биомассы дрожжей не столь значителен. Например, при норме введения 0,5 л/гл можно получить прирост 2 л/гл, при норме 1 л/гл — около 2,5 л/гл, а при 2 л/гл — 30 л/гл.

Концентрация углеводов. Продолжительность главного брожения зависит не только от температуры и деятельности дрожжей, но и от концентрации углеводов в сусле. На ход брожения влияют находящиеся в сусле сбраживаемые углеводы, содержание которых зависит от массовой доли сухих веществ (СВ) в начальном сусле.

Сбраживаемые углеводы представлены в сусле главным образом мальтозой (60...70%), мальтотриозой (14...20%) и глюкозой (10...15%). В процессе брожения вначале сбраживаются сахароза, глюкоза и фруктоза, а далее — мальтоза и мальтотриоза. Мальтоза и мальтотриоза тем интенсивнее сбраживаются, чем меньше концентрация углеводов в сусле. Поэтому скорость сбраживания начального сусла с массовой долей СВ 15...20% меньше, чем сусла с

массовой долей СВ 11...12%. Кроме того, при массовой доле СВ в начальном сусле выше 14,5% не наблюдается интенсивного размножения дрожжей.

4.4.3.3. ВЕДЕНИЕ ГЛАВНОГО БРОЖЕНИЯ СУСЛА

В пивоварении используют два типа брожения: низовое и верховое. Различия между ними обусловлены неодинаковыми свойствами дрожжей. Как было сказано выше, дрожжи низового брожения, развиваясь в сбраживаемом сусле, быстро оседают по окончании брожения, образуя плотный слой на дне аппарата. Дрожжи верхового брожения всплывают на поверхность сбраживаемого сусла и в виде слоя пены остаются до окончания брожения. На отечественных заводах в основном применяют низовое брожение. Верховое брожение иногда используют для приготовления некоторых сортов темного пива.

Низовое брожение. Различают холодный и теплый режимы брожения.

При холодном режиме брожения предусматриваются введение дрожжей в начальное сусло с массовой долей СВ 10...13% при температуре 5...6 °С и дальнейшее протекание при предельной температуре 8...9 °С. Для начального сусла с более высокой массовой долей СВ предельная температура может достигать 11...12 °С. При этом режиме брожения наблюдается постепенное размножение дрожжей и сбраживание экстрактивных веществ, а приготовленное пиво характеризуется хорошей пеностойкостью, тонким ароматом и полноценным вкусом.

Теплый режим брожения протекает при 12...14 °С, а дрожжи вводят в начальное сусло температурой 8...9 °С. Теплый режим применяют на заводах, имеющих небольшой цех брожения. Высокая температура способствует сокращению длительности брожения, выделению азотистых и горьких веществ. Приготовленное пиво имеет худшую пеностойкость, содержит меньше горьких веществ, чем пиво холодного режима брожения. Помимо этого пиво приобретает дрожжевой привкус и медленно дображивает.

Длительность процесса при холодном брожении 7...11 сут, при теплом — 5...6 сут.

Процесс главного брожения длится около 7...8 сут с момента введения дрожжей для сортов пива с массовой долей СВ в начальном сусле 10...13% и 9...11 сут для пива с более высокой массовой долей СВ.

Сбраживание сусла при низовом брожении включает в себя три основные операции: наполнение броидильного аппарата начальным сусликом; введение в него дрожжей; сбраживание сусла до получения молодого пива. Дополнительные операции — снятие деки и перекачивание молодого пива на дображивание, отбор и подготовка семенных дрожжей.

Наполнение бродительного аппарата начальным суслom осуществляют следующим образом. Чисто вымытый и продезинфицированный бродительный аппарат заполняют начальным суслom (температура 5...7 °С) в таком количестве, чтобы оно покрыло его дно. Затем вносят дрожжи, которые называют семенными. Можно использовать до 8 генераций дрожжей.

Осадок дрожжей, полученный после первого сбраживания в бродительном аппарате, называют семенными дрожжами первой генерации. После сбраживания сусла дрожжами первой генерации в осадке получают дрожжи второй генерации, а осадок дрожжей, прошедших 10 циклов, называют дрожжами 10-й генерации и т. д.

Введение в сусло дрожжей для проведения процесса брожения проводят различными способами.

Первый способ: из пластинчатого теплообменника начальное сусло поступает в аппарат предварительного брожения, который вмещает сусло нескольких варок. Затем вносят семенные дрожжи из расчета на всю емкость аппарата, перемешивают и продувают стерильным воздухом. Разбраживание продолжается 18...24 ч с доливом сусла последующих варок. Затем сусло перекачивают в бродительные аппараты.

Второй способ: семенные дрожжи, взятые из дрожжевого отделения, передают в специальную емкость (из расчета 0,5...0,8 л/г). В эту емкость наливают от 2 до 6 л сусла на 1 л дрожжей, перемешивают при продувании стерильным воздухом и оставляют на 2...3 ч для разбраживания при температуре не выше той, при которой сусло будет поступать в бродительные аппараты.

Третий способ: бродительный аппарат до половины наполняют начальным суслom и вносят в него количество дрожжей, соответствующее норме для всего аппарата. На следующий день, когда сусло забродит, добавляют вторую половину сусла.

Четвертый способ: при отсутствии аппаратов предварительного брожения дрожжи вносят в бродительный аппарат из расчета 0,4...0,8 л/г сусла.

Количество вводимых дрожжей зависит от концентрации, температуры и состава сусла, расы дрожжей и др.

Температура введения дрожжей в сусло может быть в пределах 5...8 °С, однако на каждом производстве можно на основании опыта устанавливать другие температуры.

Сбраживание сусла до получения молодого пива — главное брожение — характеризуется тем, что повышается температура, понижается содержание экстрактивных веществ, выделяется диоксид углерода, оседают дрожжи и осветляется пиво.

Процесс низового брожения можно разделить на четыре стадии: забел, низкие завитки, высокие завитки, образование деки и осветление пива.

Первая стадия — появление белой пены (забела), покрывающей

поверхность сусла. На этой стадии, продолжающейся 1...1,5 сут, происходит интенсивное размножение дрожжей, а экстрактивность сусла снижается на 0,2...0,5% в сутки.

Вторая стадия — образование низких завитков (пены), которые появляются по краям чана и постепенно подвигаются к середине. Пена горькая, кое-где окрашивается в коричневый цвет от выделяющихся хмелевых смол. Этот период продолжается 2...3 сут, температура сусла заметно повышается, а экстрактивность понижается на 0,5...1% в сутки.

В третьей стадии (высокие завитки) брожение становится очень интенсивным, слой пены достигает наивысшего предела, пена становится неровной, а завитки крупнее и выше, чем во второй стадии. Размножение дрожжей заканчивается, экстрактивность сусла понижается на 1,8...2% в сутки, температура повышается до максимальной (8,5...9 °С). Стадия длится 3...4 сут.

Четвертая стадия — спад завитков. Размножение дрожжей прекращается. Дрожжи начинают оседать на дно, пиво осветляется. Завитки постепенно исчезают, и на поверхности жидкости образуется дска (темно-коричневый тонкий слой опавшей пены).

Перед поступлением молодого пива на дображивание с поверхности пива, бродившего в открытых аппаратах, снимают деку, а в закрытых аппаратах деку не снимают, так как из-за незначительного присутствия воздуха пены образуется значительно меньше и она не темнеет.

Главное брожение считается законченным, когда происходит осветление молодого пива, а за сутки сбраживается 0,1...0,2% экстракта. Более точно окончание главного брожения устанавливают по значению видимого экстракта, который определяют сахарометром в присутствии спирта и диоксида углерода. Рекомендуются следующие значения видимого экстракта молодого пива в зависимости от его сорта (табл. 4.8).

4.8. Показатели степени сбраживания молодого пива

Пиво	Видимый экстракт, %	Видимая степень сбраживания, %
Жигулевское	4,5...4,0	59,1...63,6
Рижское	4,2...3,9	65,0...67,5
Московское	4,7...4,3	63,8...66,9
Ленинградское	6,8...6,5	66,0...67,5
Украинское	5,6...5,0	56,9...61,5
Мартовское	5,8...5,5	60,0...61,1
Портер	8,8...8,3	56,0...58,5

По окончании главного брожения молодое пиво температурой не выше 5 °С перекачивают в лагерные аппараты на дображивание и созревание.

Верховое брожение. Начальная фаза процесса брожения проходит так же, как при холодном режиме брожения. Затем наступает период очень бурного образования высокой пены, что обуславливает заполнение бродительных аппаратов начальным суслом на $\frac{2}{3}$ его объема. Брожение проводят при температуре от 14 до 20 °С, что позволяет в течение 4...6 сут провести процесс главного брожения. Для сбраживания сусла применяют дрожжи верхового брожения, которые задают из расчета 0,2...0,4 л/гл.

Верховое брожение осуществляют двумя способами: главное брожение в бродительных аппаратах, дображивание в аппаратах предварительного брожения; главное брожение в бродительных аппаратах, окончательное в аппаратах дображивания.

4.4.3.4. СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ ДРОЖЖЕЙ

После главного брожения дрожжевой осадок должен оседать на дне бродительного аппарата плотным слоем. Количество осевших дрожжей составляет приблизительно четырех-пятикратное количество от введенных. При их оседании образуются три слоя, которые содержат дрожжи разной чистоты. При съеме тщательно отделяют средний слой, состоящий из наиболее активных дрожжевых клеток. Верхний слой коричневого цвета, содержит мертвые и незрелые дрожжевые клетки, хмелевые смолы, белково-полифенольные соединения и пиво; нижний слой темного цвета — мертвые дрожжевые клетки и белково-полифенольные соединения.

Примерно половину осадочных дрожжей используют в качестве семенных, а остальные дрожжи — избыточные (товарные).

Снятые семенные дрожжи направляют в дрожжевое отделение, охлаждаемое до 4 °С, где располагается оборудование для их очистки, хранения и передачи в цех брожения.

Избыточные дрожжи перед реализацией обрабатывают в фильтр-прессе для отделения пива, которое затем направляют в сборник исправимого брака. Более подробные сведения об использовании избыточных дрожжей приведены в главе 9.

Семенные дрожжи собирают в приемный сборник, затем пропускают через вибрационное сито (отверстия размером 0,4...0,6 мм) для отделения от крупных хлопьев белковых веществ и хмелевых смол. При частоте переменного тока 50 Гц и амплитуде колебаний около 1 мм сито делает 3000 колебаний в минуту. Густые дрожжи, содержащие 11...15% сухих веществ, движутся по наклонной плоскости от одного конца сита к другому и проходят через отверстия, а хмелевые смолы и белковые вещества отводятся от этого сита. Производительность сит 100...150 л/мин дрожжей, количество отделяемых загрязнений 0,4...0,6%.

После процеживания дрожжи помещают в ванночки (рис. 4.13) или закрытые аппараты (рис. 4.14) и заливают примерно двух-

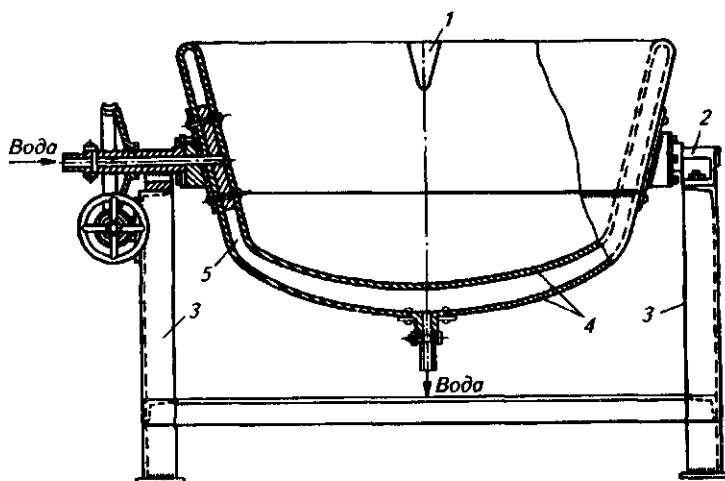


Рис. 4.13. Ванночка для дрожжей:

1 — сливной носик; 2 — цапфа; 3 — стойка; 4 — двустенное днище; 5 — водяная рубашка

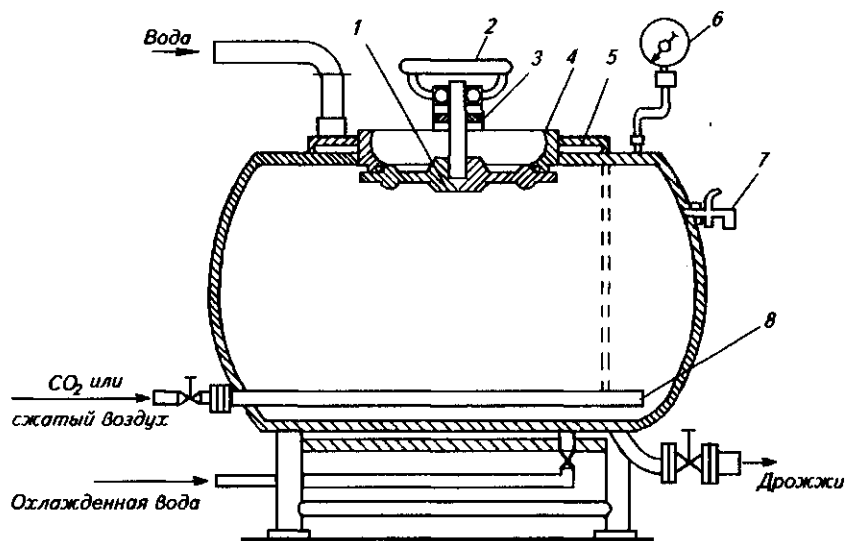


Рис. 4.14. Аппарат для обработки и хранения семенных дрожжей:

1 — крышка люка; 2 — штурвал; 3 — скоба; 4 — кольцо люка; 5 — резиновая прокладка; 6 — манометр; 7 — кран для слива в канализацию; 8 — барботер

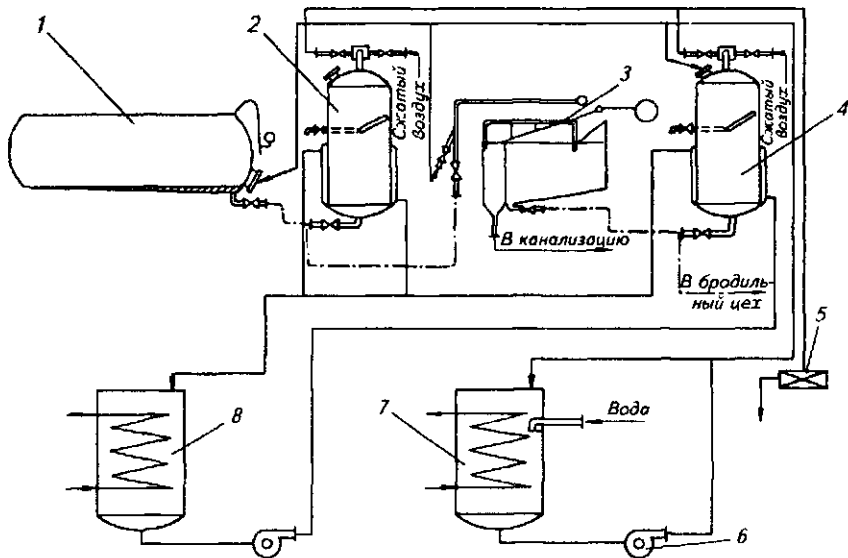


Рис. 4.15. Схема очистки и хранения семенных дрожжей

трехкратным количеством водопроводной воды температурой $1...2^{\circ}\text{C}$. Затем их перемешивают и оставляют на отстаивание в течение $2...4$ ч. Отстоявшуюся мутную воду, содержащую мелкие примеси, сливают декантацией. Осадок дрожжей вновь заливают водой температурой $1...2^{\circ}\text{C}$, размешивают, отстаивают и сливают мутную воду. Так повторяют $2...3$ раза в сутки. После этого семенные дрожжи можно использовать повторно в производстве.

Для съема дрожжей и подготовки их к следующему циклу требуются значительные затраты ручного труда. На заводах осуществляют механизированный способ обработки и внесения семенных дрожжей, применяя вакуум-сборники и создавая разрежение в отдельных трубопроводах. Рационально очищать и хранить производственные дрожжи по схеме Донецкого пивоваренного завода (рис. 4.15).

Схема предусматривает предварительное разбавление холодной водой семенных дрожжей, находящихся в бродильном аппарате 1, откуда дрожжи с помощью вакуум-насоса 5 направляются в вакуум-сборники 2, а далее на вибросито 3. К виброситу подается с помощью насоса 6 холодная вода из бака 7, что позволяет промывать дрожжи, а под действием вибрации отделять механические загрязнения. Далее промытые и очищенные дрожжи поступают в вакуум-сборники 4, где они хранятся под слоем холодной воды температурой $1...2^{\circ}\text{C}$, поддерживается за счет поступления хладагента из бака 8 в рубашку охлаждения вакуум-сборников 2 и 4.

При очистке дрожжей по приведенным схемам нельзя удалить постороннюю микрофлору, из-за чего необходимо применять для этой цели различные кислоты, антибиотики и другие вещества. В частности, используют сернистую, серную, соляную кислоты, а также антибиотики — пенициллин, неомицин, тиротрицин.

Производственные дрожжи, находящиеся под водой при низкой температуре (1...2 °С) можно хранить в течение 2...3 сут. Длительное хранение отрицательно сказывается на бродильной активности дрожжей и скорости их размножения, а также приводит к автолизу — распаду составных частей клетки.

Автолизированные дрожжевые клетки являются источником продуктов распада белка, липидов, углеводов, способствующих ухудшению биологической стойкости пива. Кроме того, эти клетки могут ухудшать процесс брожения и изменять вкус пива.

По современной технологии для стимулирования роста и жизнедеятельности дрожжей, поступающих на производство после хранения, необходимо проводить аэрацию суслу. Наиболее рационально это осуществлять по пути движения суслу к бродильным аппаратам с помощью керамических, металлических или металлокерамических свечей. Начальное сусло, поступающее на брожение, после аэрации содержит 5...8 мг/л растворенного кислорода. При аэрации концентрация кислорода не должна повышаться до 10...20 мг/л, так как оказывается отрицательное влияние на дрожжи. В то же время высокая концентрация кислорода перед началом брожения не влияет на окислительно-восстановительный потенциал молодого и готового пива.

4.4.3.5. НАРУШЕНИЯ ПРОЦЕССА БРОЖЕНИЯ СУСЛА

При проведении главного брожения могут возникнуть нарушения в виде таких явлений, как пузырчатое, кипящее и затухающее брожение.

Пузырчатое брожение наблюдается при заканчивании стадии высоких завитков. Оно характеризуется появлением на поверхности крупных пузырьков диоксида углерода и наличием в деке вязких слизистых веществ. Такое брожение может привести к понижению степени сбраживания и пеностойкости пива. Причинами этого брожения могут быть недостаточно высушенный солод, низкое содержание коллоидов, способных сохранять диоксид углерода в начальном сусле, шероховатая внутренняя поверхность бродильных аппаратов.

Кипящее брожение может обнаружиться на стадии высоких завитков. Когда главное брожение заканчивается, завитки опадают и поверхность суслу оголяется в результате сильного выделения диоксида углерода. Выделяющиеся пузырьки газа лопаются на поверхности суслу, и она приходит в волнообразное движение, оголенный участок суслу все более расширяется, а слой пены остается

только у краев бродильного аппарата. Причины такого брожения: использование зернового сырья с малым содержанием клетчатки, наличие большого количества взвесей в бродящем сусле. Заметного изменения качества пива при кипящем брожении не установлено.

Затухающее брожение характеризуется слабыми завитками и недостаточным сбраживанием экстракта.

Затухающее брожение с вялым сбраживанием сусла на всех стадиях главного брожения обусловлено слабой бродильной активностью семенных дрожжей или развитием в них посторонней микрофлоры. При слабой бродильной активности семенных дрожжей удлиняется стадия забела, растягивается стадия низких завитков, а высокие завитки почти не появляются. По окончании брожения в сусле остается большое количество несброженных сахаров, в молодом пиве содержится много дрожжей во взвешенном состоянии, дрожжи слабохлопьевидные. Смена дрожжей — единственное радикальное средство устранить такое брожение.

Затухающее брожение с вялым протеканием всех стадий вследствие развития посторонних микроорганизмов можно обнаружить по нарастанию кислотности в сусле и появлению неспецифичных запахов бродящего сусла. Полная замена дрожжей, тщательная дезинфекция всего бродильного отделения, всех суслowych и пивных линий — меры для устранения затухающего брожения, вызванного инфекцией.

На стадии высоких завитков затухающее брожение обычно характеризуется приостановлением брожения и быстрым осветлением бродящего сусла. Причинами остановки брожения могут быть чрезмерно резкое охлаждение бродящего пива или слишком сильно выраженная хлопьевидность дрожжей. Если остановка брожения была связана с резким охлаждением сусла и вследствие этого с оседанием дрожжей, то повышением температуры на 1...2 °С и перемешиванием сусла и дрожжей можно устранить такой недостаток. Однако наиболее частой причиной затухающего брожения на стадии высоких завитков с недостаточным брожением пива является состав сусла, обусловленный ошибками при осахаривании затора и при солодоращении ячменя.

4.4.3.6. УСТРОЙСТВО ЦЕХА БРОЖЕНИЯ И БРОДИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Цех брожения располагается в отдельном охлаждаемом помещении, где поддерживают температуру 6...8 °С. Пол цеха покрывают плиткой, плотным бетоном с закруглением у стен и в углах. Наклон пола — около 2% по направлению к канализационным трапам. Стены облицовывают плитками или красят эмалиевой краской. Для брожения сусла устанавливают бродильные аппараты разного размера и формы. Брожение протекает в открытых или закрытых аппаратах. Если в цехе расположены открытые бродильные аппара-

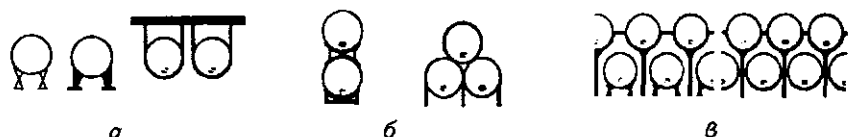


Рис. 4.16. Схемы установки бродительных аппаратов:
а — рядами и подвешивание на поясах; *б*, *в* — один над другим

ты, предусматривается вентиляционная система для удаления диоксида углерода.

Отечественные бродительные аппараты изготовляют из стали, алюминия, нержавеющей стали. Внутреннюю поверхность аппаратов из стали покрывают защитным покрытием или эмалью. Бродительные аппараты выполняют в горизонтальном и вертикальном исполнении, они различаются лишь конструкцией поддерживающих опор и местом установки люка.

Стальные горизонтальные бродительные аппараты устанавливают на жестких опорах в один или два яруса (рис. 4.16). Опоры первого яруса чаще всего бетонные, второго — металлические. Иногда аппараты второго яруса подвешивают на поясах к потолку или колоннам.

Вертикальные бродительные аппараты по массе значительно легче горизонтальных, они занимают меньшую площадь за счет лучшего использования объема помещения, из них легче удалять дрожжи.

Обычно внутри бродительных аппаратов открытого или закрытого типа устроены трубчатые холодильники. Через них пропускают воду температурой 0,5...1 °С.

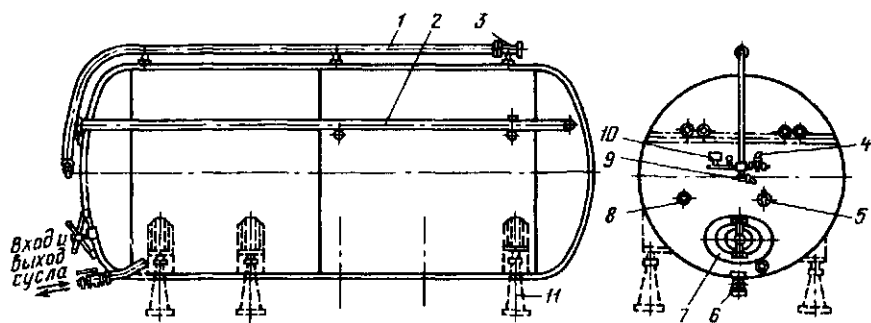


Рис. 4.17. Горизонтальный бродительный аппарат:

1 — контрольная труба газопровода; 2 — змеевик для охлаждения сусла водой; 3 — тройник; 4, 5, 6, 9 — краны соответственно для сбрасывания давления, взятия пробы, входа и выхода сусла, подвода воздуха; 7 — люк; 8 — бобышка для установки контрольно-измерительных приборов; 10 — шпунт-аппарат; 11 — опора

На отечественных заводах распространены горизонтальные цилиндрические бродильные аппараты (рис. 4.17). Они предназначены для проведения главного брожения пивного сусла под давлением. Выпускают аппараты объемом от 7 до 45 м³.

Бродильные аппараты следует располагать так, чтобы к ним был свободный доступ. Расстояние между нижней частью аппарата и полом должно быть достаточным, чтобы разместить емкости для сбора дрожжей.

4.4.3.7. СПОСОБЫ БРОЖЕНИЯ СУСЛА

Периодический способ. На значительном числе отечественных и зарубежных пивоваренных заводов еще применяют (традиционный) периодический способ брожения, который предусматривает проведение главного брожения в одном аппарате при одновременном наполнении емкости суслом и введении дрожжей.

При низовом брожении по периодическому способу в первые и вторые сутки допускают самопроизвольный подъем температуры до 8...9 °С, поддерживают ее в течение 24...36 ч и затем постепенно охлаждают сусло с таким расчетом, чтобы к концу брожения температура плавно снизилась до 4...5 °С. Температуру регулируют подачей воды в змеевик бродильного аппарата. Практически главное брожение считается законченным, когда за сутки сбраживается 0,15...2% экстракта.

Прежде чем рассматривать усовершенствованные способы брожения, остановимся на основных недостатках периодического способа брожения.

Первый недостаток, пожалуй, наиболее часто встречающийся, — это трудность обеспечения глубокого сбраживания экстрактивных веществ. На некоторых пивоваренных заводах иногда случается так, что дрожжи теряют бродильную активность и становится сложно провести дображивание и насыщение пива диоксидом углерода. Такое положение обусловлено режимом традиционного способа брожения, в соответствии с которым необходимо постепенно понижать температуру, что приводит к уменьшению выделения диоксида углерода, а значит, и к ослаблению механического перемешивания, тогда как именно в этот момент бродильная активность дрожжей самая низкая, а степень флуксуляции самая высокая, и остаточный экстракт очень трудно сбраживается.

Второй недостаток — это дегенерация дрожжей. Допускается, что при низовом брожении используются дрожжи 8 поколений, если они имеют высокую бродильную активность, нормальное физиологическое состояние и микробиологическую чистоту. Такое правило вошло в практику, хотя при этом требуется применение дорогостоящей установки для разведения чистой культуры дрожжей. Кроме того, эта практика приводит к получению неоднородного по каче-

ству пива, так как оно зависит от дрожжей, метаболическое состояние которых находится в постоянном развитии. Дрожжи после разведения обладают высокой бродильной активностью, и в получаемом пиве содержатся больше сложных эфиров и высших спиртов и меньше остаточного экстракта, чем в пиве, изготовленном с использованием дрожжей восьмой генерации, бродильная активность которых самая низкая.

Третий недостаток — это то, что сусло после главного брожения имеет ярко выраженный привкус молодого пива, который исчезает после длительной выдержки. Как было сказано ранее, этот привкус обусловлен главным образом присутствием диацетила, пентандиона, ацетальдегида, сероводорода, меркаптана.

Четвертый недостаток — продолжительность протекания процесса брожения. Если его осуществлять в строгом соответствии с правилами периодического способа, то брожение проводят в течение 7...8 сут, а иногда и 11 сут.

Ускоренные способы брожения сусла. Научные разработки ученых все годы концентрировались на совершенствовании традиционной технологии и интенсификации ее процессов.

На интенсификацию процесса брожения сусла влияют следующие факторы:

количество вводимых дрожжевых клеток и их физиологическое состояние;

состав сбраживаемого сусла, а также степень насыщения его кислородом;

температура, давление;

использование сильносбраживающих штаммов дрожжей.

В современных способах ускорения брожения используются в разных вариантах один или несколько этих факторов.

При сбраживании сусла с большим числом клеток дрожжей (в 3...4 раза выше нормы) наблюдается ускорение процесса брожения до 40% без ухудшения качества готового продукта. По достижении определенного ускорения брожения дальнейшее увеличение нормы введения дрожжей не всегда приводит к интенсификации процесса.

Брожение, проводимое с повышенной нормой введения дрожжей, часто сочетают с высокой температурой. Это приводит к усилению образования диацетила, а иногда и сероводорода, вследствие чего в дальнейшем требуется время на удаление этих компонентов.

Состав начального сусла имеет важное значение для ускоренного процесса брожения. Из-за наличия взвесей охлажденного сусла происходит преждевременное осаждение дрожжей и ухудшаются вкусовые качества пива. Содержание углеводов, аминокислот, витаминов предопределяет протекание процесса брожения.

Повышение температуры — одно из средств ускорения процесса сбраживания экстрактивных веществ и размножения дрожжей. При высоких температурах брожения следует также повышать темпера-

туру начального сусла. Температуру сусла повышают до 8...9 °С, а температуру главного брожения — до 12...14 °С. Дальнейшее увеличение температуры сопровождается изменением состава и качества пива. Так, понижаются рН, содержание азотистых и горьких веществ, а также ухудшаются пеностойкость, аромат и вкус пива. Самое главное в этом случае — выбор штамма дрожжей, имеющих более высокий температурный оптимум. Помимо этого повышение давления во время брожения до 0,2 МПа оказывает тормозящее действие на образование некоторых нежелательных вторичных продуктов брожения.

Повышенная температура и давление способствуют редуцированию ацетальдегида и диацетила и сокращению продолжительности дображивания в результате обработки пива диоксидом углерода при снятии давления.

Перемешивание — один из факторов, ускоряющих процесс брожения, поскольку предотвращает оседание дрожжей, усиливает их размножение, а также массо- и теплообмен. Однако интенсивное перемешивание сусла приводит к уменьшению содержания летучих кислот, азотистых веществ, пеностойкости пива и увеличению количества высших спиртов, диацетила, сероводорода, меркаптанов.

Стремятся подбирать специальные штаммы дрожжей, наиболее пригодные для ускорения брожения в условиях данной технологии. В первую очередь предусматривается, чтобы дрожжи имели высокую бродильную активность и образовывали меньшее количество пива.

Норма введения дрожжей предусматривается в двух-, четырех-, а иногда в восьмикратном количестве.

Температура брожения находится в диапазоне 12...14 °С, иногда 16...18 °С и редко между 18 и 22 °С.

Давление, при котором протекает брожение, может возрастать от 0,03 до 0,2 МПа.

На пивоваренных заводах многих стран ускорение главного брожения осуществляют за счет факторов, приведенных выше.

Способ полунепрерывного брожения сусла. Этот способ разработан Шальком и уточнен специалистами Чехии. Ускорение брожения происходит в результате увеличения количества вводимых дрожжей, а также использования метода долива свежего сусла. Схема полунепрерывного брожения используется на отечественных заводах, работающих на чешском оборудовании.

Способ заключается в следующем. Сусло сбраживается в закрытых вертикальных аппаратах, соединенных в отдельные бродильные линии. В каждую линию включен один аппарат для предварительного брожения и пять бродильных аппаратов. Число линий соответствует максимальному числу варок в сутки. Основа линии — аппарат предварительного брожения, в котором непрерывно находятся дрожжи в логарифмической фазе роста в течение одного бро-

дильного цикла (период между двумя внесениями технически чистой культуры дрожжей — в среднем 6 недель). Для поддержания постоянной концентрации дрожжей на стадиях низких и высоких завитков обеспечивают регулярный отток сброженного сусла и долив свежего, а также поддерживают однородность среды. Завитки снимают один раз в сутки.

Очень важно вовремя удалить дрожжи из производства и заменить их свежими из аппаратов для разведения чистых культур.

При полунепрерывном брожении можно относительно продолжительный период поддерживать хорошее физиологическое состояние культуры дрожжей. Кроме того, при этом способе существенно уменьшается трудоемкость обслуживания цеха брожения, отсутствует необходимость в еженедельном разбраживании сусла, промывке и уходе за дрожжами. Регулярный спуск половины сброживаемого сусла и последующий залив свежего сусла обеспечивают условия для высокой активности роста клеток.

Брожение в бродильных аппаратах — это периодический процесс, однако вначале характер его соответствует логарифмической фазе роста, как и в аппарате предварительного брожения. При соединении пяти бродильных аппаратов в одну линию и непрерывной семидневной работе варочного цеха продолжительность главного брожения определяется числом емкостей. Температуру поддерживают постоянной в течение всего процесса брожения, молодое пиво охлаждают в последние 12 ч.

Сокращение общего времени брожения при полунепрерывном способе достигается в основном благодаря высокой активности дрожжей, что связано с отдельным ведением предварительного и главного брожения.

Линия для проведения способа полунепрерывного брожения состоит из шести соединенных между собой бродильных аппаратов — вертикальных резервуаров с охлаждающей рубашкой. Объем аппаратов одинаковый, в каждый из них вмещается сусло от одной варки. В аппарате предварительного брожения имеется мешалка, обеспечивающая однородность среды. Ко всем аппаратам подведен стерильный сжатый воздух для быстрой передачи завитков и обеспечения поступления молодого пива к насосу. Диоксид углерода из аппаратов предварительного брожения отводится за пределы цеха брожения, а из бродильных аппаратов направляется в приемники.

При полунепрерывном брожении холодное сусло вначале проходит через фильтр, где удаляются тонкие взвеси, а затем поступает в аэрационное устройство для насыщения кислородом и далее — в аппарат предварительного брожения, где поддерживается его температура 6...8 °С. После этого через трубопровод для подачи сусла в аппарат вводится двукратная норма дрожжей (1 л/гл) и включается мешалка на 30 мин.

Через 24 ч после начала брожения половину содержимого аппарата предварительного брожения направляют в первый от него бродильный аппарат и после установления уровня оба аппарата доливают свежим сушлом температурой 7...8 °С. В бродильном аппарате протекает главное брожение при максимальной температуре около 9,5 °С и под избыточным давлением 0,02...0,04 МПа. Через 24 ч опять очередную половину содержимого аппарата предварительного брожения перекачивают в следующий бродильный аппарат и снова оба аппарата доливают свежим сушлом. Эта операция повторяется в течение 5 сут через каждые 24 ч.

Через 5 сут молодое пиво температурой не выше 5 °С снимают с дрожжей и перекачивают в аппарат дображивания. Освободившийся аппарат брожения моют, дезинфицируют и вновь заполняют сбраживаемым сушлом из аппарата предварительного брожения. Цикл полунепрерывного брожения по данной схеме продолжается 1...1,5 мес.

4.4.4. ДОБРАЖИВАНИЕ И СОЗРЕВАНИЕ ПИВА

При дображивании в результате сбраживания остаточного экстракта молодого пива происходит естественное насыщение его диоксидом углерода. Сбраживание сахаров и созревание пива заканчиваются неодновременно. Сахара могут быть сброжены, а созревание часто еще продолжается. Поэтому процесс дображивания называют еще и процессом созревания пива.

При созревании происходят преобразование и удаление ароматических веществ, осаждение дрожжей, белково-полифенольных соединений и других взвесей.

4.4.4.1. ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ДОБРАЖИВАНИИ ПИВА

При дображивании пива происходят следующие основные процессы: жизнедеятельность дрожжей, насыщение диоксидом углерода, осветление.

Жизнедеятельность дрожжей. В первом периоде дображивания дрожжи сбраживают экстракт и оседают, во втором — из клеток дрожжей выделяются различные вещества: аминокислоты, пептиды, витамины, фосфаты, нуклеиновые производные и ферменты. Эти вещества определенным образом формируют вкус пива.

Насыщение диоксидом углерода. При классической технологии в молодом пиве после главного брожения содержится 1,2...1,0% сбраживаемых углеводов, вследствие чего может осуществляться процесс дображивания. В результате его проведения образуется диоксид углерода, который насыщает пиво.

В молодом пиве, поступившем в аппарат дображивания, массовая доля диоксида углерода примерно 0,2%. В готовом пиве массо-

вая доля диоксида углерода составляет 0,30...0,35%. Такая концентрация является результатом процесса растворения и связывания диоксида углерода.

Растворение диоксида углерода зависит от соотношений давления и температуры. Влияние давления подчиняется закону Генри, согласно которому количество газа, перешедшего в раствор, пропорционально его давлению над раствором. Влияние температуры определяется обратной зависимостью: чем выше давление и ниже температура, тем больше будет растворяться диоксида углерода.

По одному из предположений основная масса диоксида углерода находится в пиве в состоянии перенасыщения, по другому — помимо растворения происходит также химическая связь диоксида углерода с веществами пива: эфирами, этиловым спиртом, белковыми веществами, декстринами, пектинами, хмелевыми смолами.

Между отдельными формами диоксида углерода существует подвижное равновесие:

связанный CO_2 ↔ растворенный CO_2 ↔ газообразный CO_2 .

На практике необходимое растворение и связывание диоксида углерода достигается посредством дображивания пива под избыточным давлением около 0,05 МПа.

При температуре дображивания от -1 до $+3$ °С имеются следующие объемы растворенного диоксида углерода.

Давление, МПа	Объем, г CO_2 /кг пива
0	3,2 до 2,8
0,1	3,6 до 2,95
0,02	3,9 до 3,2
0,03	4,2 до 3,45
0,04	4,55 до 3,7
0,05	4,9 до 4,0
0,06	5,2 до 4,25

При повышении температуры дображивания на 1 °С количество диоксида углерода уменьшается приблизительно на 0,01%.

Кроме того, имеет значение не только давление, но и продолжительность выдержки пива при этом давлении. Растворение диоксида углерода протекает медленно, часть его не успевает раствориться и накапливается над поверхностью пива, создавая в аппарате избыточное давление от 0,03 до 0,06 МПа, называемое шпунтовым. При периодическом способе брожения пиво должно находиться под постоянным шпунтовым давлением не менее 8 сут, при ускоренном — меньше.

Осветление. В процессе дображивания происходит осветление пива. Оно связано с осаждением дрожжей и соединений, вызывающих помутнения. Эти соединения состоят в основном из белковых, горьких и полифенольных веществ, а также из углеводов и небольшого количества минеральных веществ.

Процесс осветления пива зависит от ряда факторов: количества и свойств соединений, вызывающих помутнение, температуры пива, интенсивности и продолжительности дображивания, размеров и высоты аппаратов дображивания. Осветление протекает тем быстрее, чем тяжелее соединения, вызывающие помутнение. В процессе осветления клетки дрожжей подхватывают с собой на дно часть уже выделившихся белковых и хмелевых соединений.

При наличии коллоидных соединений, состоящих из белка и горьких веществ, осаждение происходит только тогда, когда из этих соединений образуются большие комплексы. Если они появляются только после осаждения пылевидных дрожжей, тогда процесс осветления замедляется и в пиве появляется белковое помутнение. Как правило, пиво, полученное с использованием пылевидных дрожжей, особенно при непродолжительном созревании, более мутное, чем пиво, полученное с использованием хлопьевидных дрожжей. Вредные для пива бактерии, которые только при очень сильном заражении уже во время созревания вызывают помутнение, не осаждаются или осаждаются очень медленно, так что пиво длительное время остается мутным.

В процессе осветления концентрация азотистых веществ, прежде всего высокомолекулярных, уменьшается примерно на 10%. В зависимости от интенсивности дображивания и массовой доли сухих веществ начального сусла осаждаются 10...20% антоцианогенов и 3...12% горьких веществ, находящихся в молодом пиве.

На продолжительность осветления влияет и температура пива. Чем она ниже, тем медленнее протекает этот процесс. Под влиянием холода прежде всего выделяются соединения белка и горьких веществ, которые медленно осаждаются в виде мелкодисперсной мути. В результате значительного охлаждения пива в сочетании с интенсивным дображиванием эти коллоидные соединения укрупняются. В таком виде они или осаждаются, или легко удаляются путем фильтрования, что положительно влияет не только на пеностойкость и стабильность пива, но и на формирование его вкуса. Если дображивание пива происходило при плюсовой температуре, т. е. от 2 до 3 °С, а затем температура понизилась до 0 °С, то возникает помутнение от охлаждения. Такое пиво из-за мелкодисперсности частиц и отсутствия контактных поверхностей (дрожжей, CO₂) трудно поддается фильтрованию. При теплом режиме дображивания стимулируется действие протеолитических ферментов дрожжей, вследствие чего выделяется дрожжевой белок, отрицательно влияющий на свойства пива, и прежде всего на его вкус. Например, при слишком теплом режиме дображивания и при высоком содержании дрожжей в молодом пиве повышается на 10...15% количество α-аминоазота. Это явление также сопровождается повышением рН среды.

При интенсивном дображивании происходит движение пива в результате подъема пузырьков диоксида углерода, которые, соеди-

няясь с контактной поверхностью клеток дрожжей, вызывают укрупнение соединений, обуславливающих помутнение, и повышают их способность к осаждению. Особенно благоприятно этот эффект проявляется, когда дображивание еще активно продолжается при низких температурах пива.

Процесс осветления зависит также от размера и высоты аппаратов дображивания. При больших размерах аппаратов эффективная площадь осветления сокращается, при чрезмерной их высоте путь оседания частиц становится большим.

Продолжительность созревания пива тоже влияет на его осветление, так как с течением времени усиливается осаждение взвесей. Однако это эффективно, когда температура низкая (-1°C) и дображивание до окончания созревания протекает активно.

Осветление пива можно ускорить при использовании различных осветляющих средств. В мировой практике в качестве таких средств часто применяют щепу. Ее обычно получают из буковой или орешниковой древесины. Длина щепы 15...50 см, толщина 3...5 см. Она увеличивает поверхность осветления в аппарате дображивания. Щепка адсорбирует на своей поверхности вещества, вызывающие помутнение пива. Однако осветляющее действие происходит только при интенсивном брожении или движении жидкости. Щепу загружают через отверстие в пустой аппарат, где она укладывается слоями, а затем подают пиво. Новые партии щепы перед применением промывают и кипятят, а отработавшую щепу очищают и стерилизуют. Трудоемкость использования щепы, опасность инфекции и потери пива привели к созданию био- и ультра-щепы. Такая щепка представляет собой небольшие деревянные частицы, пропитанные смолой, которые могут быть загружены как в бродительный аппарат (20...30 г/дал), так и в аппарат дображивания (50...200 г/дал).

С помощью щепы можно улучшить осветление и тем самым разгрузить фильтр или сепаратор. Щепка, обладая адсорбционным эффектом, определенным образом влияет на формирование вкуса пива.

К осветляющим средствам с адсорбционным действием относятся клеевые вещества, например рыбий клей, желатин. Норма внесения их колеблется от 30 до 50 г сухих клеевых веществ на 1 дал пива. Имеются и растительные осветляющие вещества — агар-агар или исландский мох, эффективны также полиамиды (перлон, нейлон, поливинилполипирролидон). Кроме того, используют бентониты, диатомиты, активный уголь, гель кремниевой кислоты, а также танин, протеолитические ферменты.

4.4.4.2. СОЗРЕВАНИЕ ПИВА

При созревании происходят окончательное формирование и облагораживание вкуса и аромата готового продукта.

Молодое пиво в стадии дображивания созревает в результате физических процессов и химических реакций.

Благодаря физическим процессам происходит улучшение вкуса пива при оседании дрожжей и белково-полифенольных соединений. Дрожжи придают пиву привкус молодого пива, а белково-полифенольные соединения — горьковатый привкус, который проявляется в нем и после осветления при повышенных температурах в цехе дображивания. Кроме того, выделяющийся диоксид углерода удаляет вещества, обуславливающие вкус и аромат молодого пива.

При созревании уменьшается окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Индекс rH_2 , выражающий степень аэробности среды, снижается до 10. Взаимосвязь rH_2 , рН и потенциала ОВП, обозначенного через символ Eh, выражается уравнением

$$rH_2 = Eh:0,029 + 2pH.$$

В результате химических преобразований уменьшается на 20...70% содержание ацетальдегида, придающего пиву незрелый вкус, и, наоборот, увеличивается на 10...20% количество высших спиртов, к которым относятся пропанол, изобутанол, амилол и др. Концентрация сложных эфиров, являющихся основными носителями аромата пива, увеличивается на 30...90%. Это явление объясняется реакцией различных органических кислот — уксусной, молочной, янтарной, аминокислот и др. — со спиртами, высшими спиртами и глицерином.

Количество свободных жирных кислот (гексановой, октановой и декановой) при созревании пива возрастает на 20...40%. Решающее значение для дальнейшего хода созревания имеет уменьшение содержания diketонов: диацетила и 2,3-пентандиона и их предшественников — α -ацетогидроксибутирата и α -ацетолактата. Два последних вещества имеются еще в большом количестве в молодом пиве, поступающем в цех дображивания. α -Ацетолактат не имеет запаха и вкуса, но при rH_2 свыше 10 он переходит в результате окисленного декарбоксилирования в диацетил, который отрицательно влияет на вкус пива. Это явление при определенных условиях наблюдается в случае продолжительного хранения сбродившего пива в открытом броидильном аппарате, при перекачивании с сильной аэрацией и недостаточном или быстро прекращающемся дображивании.

Значительное удаление дрожжей при сепарировании молодого пива также приводит при традиционном ведении главного брожения и дображивания к описанной реакции, когда первоначально ограниченное количество диацетила увеличивается и может превысить вкусовой порог. Но если содержание α -ацетолактата в конце созревания еще недостаточно уменьшилось, то образование диацетила произойдет только после розлива в результате неизбежной при этом аэрации в течение нескольких суток. Поэтому следует уделять особое внимание уменьшению количества α -ацетолактата во время созревания пива как при традиционной технологии, так и в большей степени при способах ускоренного созревания. При теплом созрева-

нии ускоряется снижение содержания дикетонов; при недостаточном дображивании, преждевременном оседании дрожжей, слишком низкой температуре наблюдаются повышение суммарного количества диацетила и дефектный привкус.

На уменьшение суммарного количества диацетила следует обратить внимание при сокращении времени созревания. При ускоренных способах созревания успешное восстановление диацетила и ацетона способствует улучшению вкуса пива и указывает на рациональность его применения. Ускоренные способы созревания предусматривают проведение процесса при повышенных температурах с последующей обработкой пива при низкой температуре. Применение ускоренных способов привело к созреванию пива в отдельных, изолированных аппаратах, которые в зависимости от местных условий устанавливаются на открытом воздухе или в отдельном здании.

В отечественной промышленности дображивание проводят в вертикальных, горизонтальных аппаратах, а также в цилиндрико-конических бродительных аппаратах.

4.4.4.3. ВЕДЕНИЕ ДОБРАЖИВАНИЯ ПИВА

Дображивание пива проводят при температуре от 0 до 2 °С в закрытых аппаратах без контакта с воздухом, под давлением диоксида углерода 0,04...0,06 МПа.

Заполнение аппарата дображивания. Перед заполнением аппарата проверяют всю арматуру, на крановую втулку изнутри устанавливают полый цилиндр высотой 10 см для сбора и вывода осадка дрожжей перед фильтрованием пива. Люк в аппарате герметически закрывают и оставляют открытым только воздушный кран, через который вытесняется пивом воздух из аппарата. Аппараты наполняют пивом снизу самотеком или при помощи насоса. Пивом заполняют 96...98% геометрического объема, а остальной объем (2...4%) — газовое пространство.

Перекачивание пива. Для получения пива одинакового качества и, если необходимо, выравнивания разных партий пива по массовой доле сухих веществ в начальном сусле рекомендуется молодое пиво из разных бродительных аппаратов перекачивать в один аппарат дображивания через смеситель. Подачу пива прекращают после появления пены из воздушного крана. В течение двух суток аппарат должен быть заполнен.

Перекачивание пива следует производить осторожно, без гидравлических ударов, чтобы не поднимались дрожжи в аппарате и потери диоксида углерода были как можно меньше.

Температуру перекачиваемого молодого пива следует выбирать так, чтобы дображивание начиналось через 1...2 дня. Особенно при перекачивании в стальные аппараты пиво не должно быть слишком холодным. При нормальной температуре подвала 2 °С температура

пива при перекачивании должна быть приблизительно 5°C . Процесс дображивания вначале протекает очень интенсивно. Температура перекачиваемого пива выше, чем температура цеха дображивания.

При прохождении через трубопровод и заполнении аппаратов освобождается часть диоксида углерода и пиво частично аэрируется. Благодаря этим изменениям и также тому, что дрожжи в пиве лучше рассеиваются, повышается их активность. После начала активного дображивания и полного вытеснения воздуха диоксидом углерода из аппарата дображивания приступают к шпунтованию.

Шпунтование. Процесс создания определенного постоянного избыточного давления в аппаратах для насыщения пива диоксидом углерода называется шпунтованием. Его производят подключением шпунтового аппарата (шпунтаппарата) или закрытием наглухо шпунтового отверстия винтовым шпунтом. В последнем случае применяют металлические шпунтовые кольца с внутренней резьбой, а в шпунт ввинчивают металлическую втулку с воздушным краном для присоединения манометра, по которому контролируют дображива-

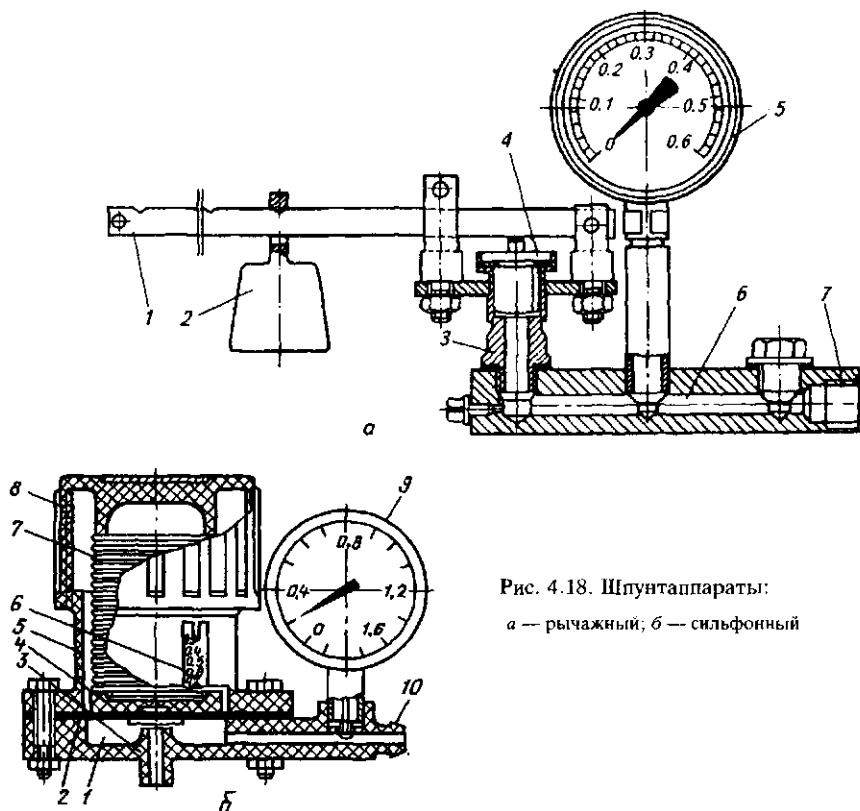


Рис. 4.18. Шпунтаппараты:
 а — рычажный; б — сифонный

ние. Начало и продолжительность такого шпунтования устанавливают практическим путем.

Для поддержания заданного давления в аппарате и удаления из него избытка диоксида углерода применяют механические (рычажные и сильфонные) шпунтаппараты.

Рычажный шпунтаппарат (рис. 4.18, а) состоит из полого корпуса б, на котором установлены рычажный клапан 4 и манометр 5. Гнездо 3 клапана плотно ввернуто в корпус б, который конусом 7 присоединен к газовому патрубку аппарата. Давление в танке регулируют перемещением груза 2 на градуированной линейке-рычаге 1.

Сильфонный шпунтаппарат (рис. 4.18, б) представляет собой цилиндрическую камеру 1, сверху закрытую резиновой мембраной 2. В днище 3 камеры расположено гнездо воздушного клапана. В конце камеры находится штуцер 10 с отверстиями для соединения между собой аппаратов. На штуцере укреплен манометр 9. В середине мембраны имеется утолщение, прикрывающее гнездо воздушного клапана. Над мембраной находится герметически закрытый сильфон 7, выполняющий роль пневматической пружины. Своим дном 4 сильфон нажимает на мембрану, а верхней частью упирается в регулировочную гайку 8, навинчивающуюся на стакан 5. Гайка сжимает сильфон и давит на мембрану, создавая противодействие. Степень сжатия сильфона определяют по шкале 6.

Правильный выбор момента шпунтования очень важен для оптимального хода дображивания. Шпунтовать надо в таком интервале времени после перекачивания пива, чтобы при дображивании было обеспечено образование достаточного количества диоксида углерода. Ошибкой является как преждевременное, так и запоздалое шпунтование.

Время шпунтования определяется прежде всего объемом сбраживаемого экстракта, а также количеством и бродительной способностью дрожжей в молодом пиве. Обычно шпунтование считается своевременным, если давление в первые же дни медленно возрастает и потом быстро достигает требуемого значения. Освободившийся диоксид углерода проходит через шпунтаппарат равномерно и без сильных толчков. Важно достигнуть требуемого избыточного давления в соответствующий временной интервал перед розливом пива. Продолжительность выдержки пива при избыточном давлении важна для хорошего связывания диоксида углерода.

Выбор избыточного давления зависит от условий дображивания. Обычно давление колеблется от 0,03 до 0,06 МПа. Чем выше температура при дображивании, тем выше должно быть шпунтовое давление (при этом оно не должно превышать разрешенного для данного вида емкости, обычно не выше 0,06 МПа).

Недостатком считается поддержание слишком высокого избыточного давления, при котором в пиве скапливается диоксид углерода и оно получается перешпунтованным. Причина этого — непра-

вильная работа шпунтаппарата или забивка трубопроводов. В перешпунтованном пиве часть диоксида углерода удерживается только из-за высокого давления. Эта часть газа быстро улетучивается, как только давление снизится, и тогда увлекается также и часть связанного диоксида углерода.

Перешпунтованное пиво плохо разливается, имеет плохую пенность и главным образом меньшую стабильность пены.

Удаление дрожжей. По окончании дображивания следует по возможности предотвратить подъем осевших дрожжей и попадание их в пивопровод и фильтр. Поэтому после спуска дива в аппаратах дображивания остаются дрожжи (называемые отстойными) и часть пива — отстой. На отстой приходится 0,1...0,3% общего объема аппаратов дображивания в зависимости от способа работы, осаждения дрожжей и использованного выпускного устройства. Чтобы сократить потери, отстой следует использовать полностью: Свежий отстой, хороший по качеству, необходимо удалять из аппаратов в тот же день, когда было перекачено пиво, иначе они легко загрязняются. Отстой перемешивают в аппарате дображивания с отстойными дрожжами, и затем он отсасывается в сборник.

Окончание дображивания. Продолжительность дображивания для пива каждого наименования колеблется от 11 до 90 сут, а для сортов, которые пастеризуются, — до 6...9 мес.

Для пива основных сортов продолжительность дображивания следующая (в сут): светлые сорта — Жигулевское 21, в том числе ускоренного брожения 11, Рижское 42, Московское 42, Невское 60, Ленинградское 90, оригинальные — Рижское и Московское 60; темные сорта — Бархатное не более 3, Украинское 30, Мартовское 30, Останкинское 45, Двойное золотое 50, Портер 60 и дополнительно 10 для бутылочного розлива.

За двое суток до окончания дображивания пива отбирают пробу из аппаратов и определяют содержание алкоголя, кислотность, цветность, массовую долю сухих веществ в начальном сусле, действительный экстракт и действительную степень сбраживания.

В процессе дображивания контролируют температуру, освещение пива и давление в аппаратах.

Затруднения в процессе дображивания. Известны явления пассивного дображивания, слабого насыщения, плохого осветления.

Пассивное дображивание характеризуется незначительным выделением диоксида углерода, что приводит к недостаточному насыщению. Причиной явления может быть высокая степень сбраживания при брожении, позднее перекачивание молодого пива, осаждение дрожжевых клеток. Для устранения этих затруднений необходимо ввести в аппарат дображивания молодое пиво на стадии завитков в количестве 5...12% от объема; добавить семенные дрожжи; перемешать пиво путем перекачивания его из одного аппарата в другой; увеличить продолжительность дображивания.

При слабом насыщении пива диоксидом углерода отмечаются плохая пеностойкость и недостаточная полнота вкуса. Причинами этого могут быть позднее шпунтование, недостаточное шпунтовое давление, разгерметизация аппаратов, замедленное дображивание. Для устранения этих затруднений следует проследить за началом и продолжительностью шпунтования, усилить протекание процесса дображивания, проверить герметичность аппаратов.

Плохое осветление пива характеризуется затруднением фильтрования, пиво опалесцирующее. Причинами этого могут быть неполное осахаривание пивного сусла, использование слишком пылевидных дрожжей, присутствие посторонней микрофлоры. Для устранения этих затруднений необходимо проверить полноту осахаривания в варочном цехе, устранить источники посторонней микрофлоры, проверить качество дрожжей.

4.4.4.4. УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕХА ДОБРАЖИВАНИЯ

Цех дображивания размещают в охлаждаемом помещении, температура которого должна быть от 1 до 2 °С. В этом помещении размещают закрытые горизонтальные и вертикальные аппараты. Горизонтальные аппараты дображивания идентичны бродильным аппаратам (см. рис. 4.17), только в них отсутствуют змеевики для охлаждения.

Вертикальные аппараты (рис. 4.19) имеют люк 1 для осмотра и мойки внутренней поверхности, кран 2 для отбора проб, штуцер 3 для присоединения шпунтapparата, предохранительный клапан 4, кран 5 для заполнения молодым пивом и выхода готового пива.

Аппараты устанавливают на опорах на высоте не менее 450 мм, над полом, от верха до потолка 500, между ярусами 300, от колонн 200, с проходом вдоль стен 300 мм. Расстояние от стенки до вертикально установленного аппарата 450 мм, между аппаратами (вертикальными и горизонтальными) не менее 200 мм. Ширина основного прохода 1,2 м.

Цилиндрикоконические бродильные аппараты (ЦКБА), в которых проводят главное брожение и дображивание, размещают вне (снаружи) помещения. Для обслуживания ЦКБА устанавливают верхнюю и нижнюю связанные между собой лестницей площадки закрытого

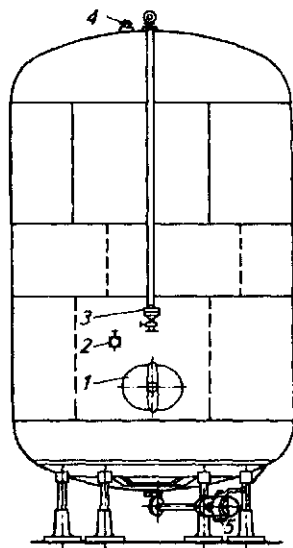


Рис. 4.19. Вертикальный аппарат дображивания

типа. На поверхности ЦКБА имеются гидротеплоизоляция и мощные пояса охлаждающих рубашек. Аппараты изготавливают из нержавеющей стали.

Аппараты для дображивания изготавливают из алюминия, нержавеющей стали и стали. Для внутренних покрытий стальных аппаратов применяют бакелитовый лак, пивную смолку и стекломаль.

Аппараты дображивания должны вмещать молодое пиво не менее чем из одного бродительного аппарата.

4.4.5. УСКОРЕННЫЕ И НЕПРЕРЫВНЫЕ СПОСОБЫ БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ

На отечественных заводах наряду с дображиванием пива периодическим способом применяют ускоренные и непрерывные способы главного брожения сусле и дображивания пива.

4.4.5.1. УСКОРЕННЫЕ СПОСОБЫ БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ

Ускоренный способ получения пива в ЦКБА. Эффективность работы ЦКБА в значительной степени зависит от конструктивных особенностей аппарата (высоты, диаметра, формы конуса, угла его наклона), состояния внутренней поверхности и способа охлаждения.

Одним из основных факторов, влияющих на скорость брожения, считают форму аппарата, так как от нее зависит скорость перемешивания сбраживаемого сусле. Отношение высоты аппарата к диаметру также играет важную роль в перемешивании среды с образованием восходящих и нисходящих потоков. Это способствует ускорению брожения. Однако при интенсивном перемешивании среды увеличивается накопление диацетила и ацетоина, что отрицательно влияет на вкус пива.

ЦКБА рекомендуется устанавливать на тех заводах, где имеется резерв мощности варочных цехов. Учитывая, что объем сусле одной варки с трехтонного агрегата составляет 175...180 гл, ЦКБА вместимостью 100 м³ заполняют в несколько приемов. Целесообразно заполнять аппараты в 2...3 приема в течение 12...16 ч, но не более 36 ч. При этом производится аэрация стерильным воздухом каждой порции сусле с уменьшением расхода его к концу заполнения аппарата. В результате аэрации сусле улучшается жизнедеятельность дрожжей. Одновременно происходит флотация сусле с удалением в пену коллоидных взвесей и мертвых дрожжевых клеток.

При производстве пива в ЦКБА можно совместить в одном аппарате процессы главного брожения сусле, дображивания и созревания пива. Этот способ по сравнению с периодическим имеет следующие преимущества: исключаются перекачивание молодого пива и связанные с ним потери; благодаря конической части аппарата дрожжи можно удалять при заполненном аппарате; снижаются капитальные затраты на строительство здания на 30...35%.

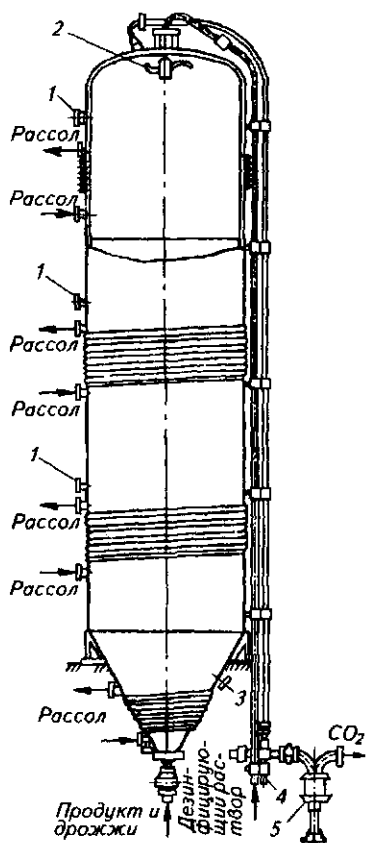


Рис. 4.20. Цилиндрикоконический бродильный аппарат:

1 — датчики контроля температуры; 2 — моющая головка; 3 — кран для отбора проб; 4 — место крепления шпунт-аппарата; 5 — гидрозатвор

подачу в аппарат необходимого количества производственных дрожжей; проведение процесса брожения и дображивания; осветление пива за счет его резкого охлаждения; передачу готового пива на охлаждение, фильтрование и розлив; съем дрожжей; мойку и дезинфекцию аппарата.

Брожение в цилиндрикоконических бродильных аппаратах проводят сильносбраживающими дрожжами, например штаммами 776, 11, 8а (М) и т. п. Для получения первой генерации необходимо использовать чистую культуру дрожжей, получаемую в аппарате чистой культуры.

поскольку ЦКБА устанавливают вне зданий (за исключением нижней конической части); сокращаются сроки строительства и ввода мощностей на 30%; уменьшаются затраты труда, электроэнергии, моющих и дезинфицирующих средств; улучшается вкус пива и повышается его стойкость вследствие более высокой степени сбраживания.

Для выпуска пива хорошего качества при ускоренном способе главного брожения сула и дображивания пива в ЦКБА рекомендуется следующее: промывать молодое пиво после удаления дрожжей диоксидом углерода для уноса избыточного содержания побочных продуктов брожения; вносить свежие дрожжи после удаления отработавших дрожжей для редукации диацетила при повышенных температурах (12...14 °С); производить карбонизацию пива перед розливом.

При использовании ЦКБА (рис. 4.20) осуществляют следующие технологические операции: заполнение аппарата сулом при его аэрации;

Сусло можно готовить из солода с несоложенными материалами. При добавлении ячменя выше 15% применяют ферментные препараты.

Технология производства пива в ЦКБА с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 11% предусматривает вначале заполнение ЦКБА осветленным и охлажденным суслим температурой 7...9 °С, которое подают в коническую часть аппарата. Аппарат наполняют до 85% его геометрической емкости в течение суток. Первая половина объема сусли, поступающая в аппарат, аэрируется стерильным воздухом до содержания растворенного кислорода 4...6 мг/л. После заполнения ЦКБА первой варкой сусли вводят все семенные дрожжи из расчета 0,5...0,7 г на 1 гл сусли.

В процессе сбраживания температура сусли в течение первых двух суток устанавливается 13...14 °С и поддерживается в последующие трое суток в тех же пределах. На 5—6-е сутки массовая доля сухих веществ в сбраживаемой среде снижается до 2,2...2,5%, т. е. до конечной степени сбраживания. Затем рекомендуется резко охладить коническую часть аппарата для понижения температуры пива до 0,5...1,5 °С. Благодаря этой операции можно предотвратить автолиз дрожжей и их быстрое оседание.

В цилиндрической части аппарата следует поддерживать в течение 6...7 сут температуру пива 12...14 °С, чтобы уменьшить содержание диацетила.

По окончании седьмых суток приступают к охлаждению всей массы в ЦКБА до 0,5...1,5 °С. При этой температуре и избыточном шпунтовом давлении 0,05...0,07 МПа пиво выдерживают еще 6...7 сут. Через 10...11 сут от начала брожения осуществляют первый сьем дрожжей путем медленного спуска его из штуцера конической части аппарата. Второй сьем дрожжей проводят перед осветлением пива. Снятые дрожжи можно повторно вводить в сусли 6...8 раз. Общая продолжительность процесса брожения и дображивания 13...14 сут.

Технология производства пива в ЦКБА с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 12 и 13% не отличается принципиально от технологии получения Жигулевского пива. Общая длительность процесса приготовления сортового пива с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 12...13% составляет 18...22 сут.

Ускоренный способ брожения и дображивания без доступа кислорода. Горячее сусли осветляют только в закрытых отстойных аппаратах, охлаждают также в закрытых пластинчатых холодильниках.

Главное брожение сусли ведут в закрытых бродильных аппаратах. Во избежание контакта с воздухом в момент поступления сусли в аппарат в него интенсивно вдувается диоксид углерода. Часть его растворяется в сусле, вспенивает его, создает пенистый покров над поверхностью и предохраняет от соприкосновения с воздухом.

Количество вносимых семенных дрожжей больше, чем при традиционном классическом способе, и составляет 0,7...1 л на 1 гл сусла. Эти дрожжи предварительно разбраживают в сусле в течение 2...6 ч, а затем подают в бродильный аппарат в момент его заполнения сусликом, продувают диоксидом углерода в течение 10...15 мин и перемешивают. Режим главного брожения следующий: температура в начале 5 °С, в процессе брожения 8...9 °С, в конце перед поступлением пива на дображивание 4...5 °С. Продолжительность главного брожения 5...6 сут.

После перекачивания молодого пива на дображивание из бродильных аппаратов сразу удаляют дрожжи. В момент перекачивания в поток пива вдувается диоксид углерода во избежание контакта с воздухом. Заполненный пивом аппарат дображивания шпунтуют в первые сутки и поддерживают давление 0,04...0,05 МПа. Продолжительность дображивания не менее 11 сут. Перед фильтрованием сброженное пиво охлаждают до 1 °С для перевода диоксида углерода из пересыщенного состояния (при 4 °С) в насыщенное (при 1 °С). Фильтрованное пиво поступает в сборники при температуре 1 °С, где его выдерживают 1...2 ч и подают на розлив. Этот способ не нашел широкого распространения на заводах.

Способ ускоренного брожения сусла и созревания пива. Этот способ применяют за рубежом. Для проведения главного брожения температуру начального сусла повышают до 7...8 °С, а температуру брожения — до 12...15 °С. Через 7 сут молодое пиво имеет степень сбраживания как у готового продукта, и поэтому исключается дображивание. Кроме того, за счет интенсивного выделения диоксида углерода во время брожения из молодого пива удаляются диацетил и ацетальдегид. Увеличивается содержание высших спиртов и эфиров. Затем охлаждают молодое пиво до -1 °С на пластинчатых теплообменниках и перекачивают его в аппарат, где оно в течение нескольких часов обрабатывается диоксидом углерода при прохождении через специальные свечи.

При -1 °С происходят выделение дрожжей, взвешенных веществ и стабилизация состава пива. После 2...12 сут пиво направляют на фильтрование и розлив.

Способ брожения и дображивания при различных температурных режимах. Сбраживание экстрактивных веществ сусла при повышенных температурах может привести к значительному увеличению побочных продуктов брожения, в частности β-фенилэтанола и жирных кислот, а также к ухудшению качества горечи и появлению дрожжевого привкуса в пиве. Для устранения данных недостатков рекомендуется главное брожение проводить при холодном режиме, а дображивание — при теплом.

Главное брожение проводят при температуре 8...9 °С до тех пор, пока степень сбраживания не достигнет 50%. Затем прекращается охлаждение сбраживаемого сусла, в течение 24 ч температура

поднимается до 13...14 °С, и осуществляется интенсивное дображивание экстракта. Потом из пива удаляют дрожжи, и протекает процесс созревания в течение 3 сут. Общая продолжительность процесса брожения сусле и дображивания пива 7...8 сут. После созревания пиво охлаждают до -1 °С, карбонизируют и вводят стабилизирующие средства. При охлаждении в аппарате дображивания пиво хранится в течение 3...4 сут. Пиво, приготовленное по данному способу, не содержит повышенного количества побочных продуктов и имеет хороший вкус.

4.4.5.2. НЕПРЕРЫВНЫЕ СПОСОБЫ БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ

Цель непрерывных способов брожения сусле и дображивания пива — интенсифицировать контакты между дрожжами и суслем и поддерживать постоянными, по возможности, оптимальные условия брожения.

В зависимости от способа использования дрожжей различают открытые и закрытые бродильные системы. В открытых системах дрожжи могут выноситься со сброженным субстратом, отделяться от него вне системы и в случае необходимости снова подаваться в бродильный аппарат. В закрытых системах дрожжи насколько возможно остаются в системе непрерывного брожения и удерживаются там благодаря принятым мерам. Например, можно закреплять дрожжи на твердой фазе; у этой системы концентрация дрожжей особенно высокая.

Установки непрерывного брожения сусле и дображивания пива можно отнести к двум системам: гомогенной и гетерогенной.

В гомогенной системе начальное сусле тщательно перемешивается с дрожжами, а вытекающее из аппарата сброженное молодое пиво имеет однородный состав. При одноступенчатой гомогенной системе используется один аппарат и предусматривается равномерное перемешивание среды. В многоступенчатых системах имеется несколько аппаратов, соединенных в одну линию. В каждом аппарате осуществляется перемешивание.

В гетерогенных системах стремятся не перемешивать партии сусле с различной степенью сбраживания, но предусматривают постоянное поступление дрожжевой массы в систему. В производстве для размножения дрожжей применяют гомогенные одноступенчатые системы.

Для всех систем стремятся использовать стерильное начальное сусле без мелкодисперсной мути, образующейся при охлаждении. Аэрацию сусле производят с расчетом регулирования размножения и роста дрожжей. Норма введения дрожжей высокая — 10...25 г/гл, температура брожения находится между 15 и 30 °С.

В Москве на Москворецком пивоваренном заводе в течение

нескольких лет вырабатывалось по непрерывному способу брожения и дображивания пиво Жигулевское. Этот способ основан на использовании открытой комбинированной системы, включающей применение одноступенчатой гомогенной и многоступенчатой гетерогенной системы.

Способ непрерывного брожения суслу и дображивания при получении Жигулевского пива предусматривает приготовление дрожжевой разводки, главное брожение, осветление молодого пива, дображивание пива.

В схеме приготовления дрожжевой разводки используют непрерывнодействующий дрожжегенератор, для осуществления непрерывного брожения и дображивания применяют имеющиеся на заводах аппараты бродильные и дображивания. Одна линия комплектуется из соединенных между собой четырех бродильных аппаратов, а также из восьми аппаратов дображивания, разделенных на два параллельных потока по 4 аппарата в каждом.

В начале проведения непрерывного процесса в дрожжегенератор подается из питателя нестерилизованное сусло и вводится чистая культура дрожжей (1 раз в 2...3 мес). Размножение дрожжей в дрожжегенераторе ведется при температуре 8...10 °С и постоянной аэрации.

Для проведения непрерывного главного брожения начальное сусло температурой 6...8 °С поступает в питатель, а из него с помощью насоса-дозатора — к первому аппарату брожения. Перед входом в аппарат сусло смешивается с дрожжевой разводкой. Далее сусло из верхней части первого аппарата поступает в нижнюю часть последующего — второго аппарата и, пройдя таким образом все четыре аппарата, сбраживается до заданной степени сбраживания.

Для сусла, находящегося в первом аппарате, характерна массовая доля сухих веществ 8,5...8,7%, во втором — 6,5...7,5, в третьем — 5,2...5,4, в четвертом — 4,3...4,5, а для сусла в сборнике молодого пива — 4,0...4,2%.

В процессе главного брожения температура снижается с 8...10 до 5...6 °С, а избыточное давление поддерживается 0,05...0,01 МПа. Продолжительность главного брожения равна 96 ч, включая и время нахождения в сборнике молодого пива.

Молодое пиво из сборников направляется в сепаратор, что позволяет уменьшить содержание дрожжей до 2...5 млн клеток в 1 мл и осветлить пиво.

Осветленное молодое пиво из сборников подается в линию дображивания. Продолжительность дображивания 15 сут при температуре 1...2 °С и давлении 0,05...0,06 МПа. При этом происходят сбраживание остаточного экстракта, созревание и осветление пива, насыщение его диоксидом углерода.

Общая продолжительность непрерывного брожения и дображивания 19 сут, а непрерывной работы линии — 2...3 мес.

Пиво, полученное непрерывным способом, по физико-химическим показателям не отличалось от пива, приготовленного периодическим способом, однако по стойкости оно не выдерживало установленного срока (7 сут). Кроме того, недостаточная эффективность проведения дезинфекции отдельного оборудования и ее продолжительность (2 мес) не позволили в дальнейшем использовать непрерывный способ на производстве.

4.4.5.3. СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ДОБРОЖЕННОГО ПИВА К РОЗЛИВУ

Технология подготовки к розливу доброжеленного пива, выработанного на другом предприятии, разработана в б. НПО ПБП и предусматривает следующее. Вначале в цехе дображивания завода-изготовителя отбирается нефильтованное пиво с нестандартным сроком выдержки, т. е. меньше (до 3 сут) принятого для данного сорта пива. Далее это пиво охлаждается до температуры 2...3 °С и направляется в железнодорожные изотермические или автомобильные цистерны. При этом разрешается транспортировать пиво не более двух суток.

После поступления нефильтованного пива на другой пивоваренный завод предусматривается его выдержка до стандартного срока с последующим осветлением и розливом.

В б. НПО ПБП также было предложено доброжеленное пиво с повышенной массовой долей сухих веществ доводить кондиционированной водой до заданной меньшей массовой доли сухих веществ. Технологией предусматриваются приготовление начального сусла с массовой долей сухих веществ 14%, его брожение, дображивание и осветление. Затем пиво в зависимости от имеющегося оборудования поступает в проточный смеситель или в сборник для смешивания с водой, которая предварительно обрабатывается. Обработка воды предусматривает охлаждение, удаление кислорода, насыщение диоксидом углерода, корректировку рН. Кроме того, применяется ионообменная обработка воды, если общая минерализация ее более 800 мг/л или содержание катионов кальция превышает 8 мг-экв/л. Воду охлаждают до 0...4 °С. Посредством деаэрации и карбонизации достигается содержание кислорода в воде не более 0,2 мг/л, а насыщение диоксидом углерода не менее 0,33%. Далее путем подкисления пищевой ортофосфорной кислотой рН доводится до значения, характерного для доброжеленного пива. Если рН воды не превышает 0,3 рН доброжеленного пива, то корректировку не производят.

После смешивания доброжеленного пива с кондиционированной водой получают пиво, соответствующее пиву, приготовленному из начального сусла с массовой долей сухих веществ 10 или 11%. Пиво, доведенное до заданной массовой доли сухих веществ, направляют в сборник, где оно выдерживается 8...10 ч, а затем его разливают.

Доброженное пиво, приготовленное из начального сусла с массовой долей сухих веществ 14%, разрешено транспортировать в железнодорожных или автомобильных цистернах на другой завод, где его будут смешивать с кондиционированной водой, выдерживать и разливать по вышеприведенному технологическому режиму.

Способ дображивания и созревания пива, подлежащего пастеризации, предусматривает поступление в цех дображивания молодого пива со степенью сбраживания 70...75%. В аппарате дображивания пиво охлаждают до 1 °С, и при этом происходит выделение части белковых веществ. После 10 сут выдержки пиво фильтруют для удаления макромолекул белков и направляют на дображивание для вторичного созревания под давлением до 0,07 МПа. Общая продолжительность дображивания 2...3 мес. Затем пиво вновь охлаждают, фильтруют, карбонизируют и направляют в аппарат дображивания для конечного созревания в течение 3 сут. После этого пиво поступает на розлив, а потом на пастеризацию.

Известны способы непрерывного брожения и дображивания пива, разработанные в России, Польше, Англии, Франции, Новой Зеландии и других странах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы свойства дрожжей, применяемых в пивоварении? 2. Каковы основные различия между хлопьевидными и пылевидными пивными дрожжами? 3. Что такое бродильная активность дрожжей? 4. Что такое флотационная способность дрожжей? 5. Какие штаммы дрожжей применяют в пивоварении? 6. Как производят разведение чистой культуры дрожжей на производстве? 7. Какие процессы протекают при главном брожении? 8. Какие факторы влияют на ускорение главного брожения? 9. Какие нарушения возникают в процессе брожения сусла? 10. Как готовят семенные дрожжи для повторного использования? 11. Как протекают основные процессы при дображивании пива? 12. Сколько суток длится процесс дображивания пива и при каких условиях? 13. Как устроен аппарат дображивания? 14. Как проводят процесс дображивания пива периодическим способом? 15. В чем сущность ускоренного получения пива в ЦКБА? 16. Какие вы знаете ускоренные способы брожения сусла, дображивания и созревания пива? 17. Как осуществляют непрерывные способы брожения сусла и дображивания пива?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Определение массовой доли сухих веществ пивного сусла

Продолжительность главного брожения по периодической схеме в зависимости от массовой доли сухих веществ в начальном сусле и температурного режима колеблется от 7 до 11 сут. Поэтому массовую долю сухих веществ в начальном сусле E (в %) проверяют по данным анализа готового пива по формуле Баллинга:

$$E = (2,0665A + e)100/(100 + 1,0665A), \quad (4.8)$$

где 2,0665 — количество экстракта, расходуемого на получение 1 г спирта; A — массовое содержание спирта в пиве, %; e — массовое содержание действительного экстракта в пиве, %; 1,0665 — количество веществ, удаляемых при брожении на 1 г спирта, г.

Расчет видимой и действительной степени сбраживания

Действительная степень сбраживания, %,

$$v = (E - e)100/E, \quad (4.9)$$

где E — массовая доля сухих веществ начального сусла, %; e — массовая доля действительного экстракта в пиве, %.

Видимая степень сбраживания, %,

$$v_1 = (E - n)100/E, \quad (4.10)$$

где n — видимая экстрактивность, %.

Пример 1. Сусло поступило в аппарат для брожения с массовой долей сухих веществ 11%, т. е. экстрактивностью начального сусла 11% по сахаромеру, в конце брожения молодое пиво имело видимую экстрактивность 4,7%. Следовательно, в пиве сбродило $11 - 4,7 = 6,3\%$ экстракта.

Степень сбраживания этого пива

$$v = 6,3 \cdot 100 / 11 = 57\%.$$

Эта степень сбраживания называется видимой, так как содержащийся в пиве спирт и диоксид углерода занижают показания сахаромера.

Действительное количество экстракта в пиве определяется после удаления спирта и диоксида углерода. Степень сбраживания, рассчитанная по действительному количеству экстракта, называется действительной.

Составление графика брожения

График брожения (табл. 4.9) составляют с учетом продолжительности процесса брожения, которая зависит от массовой доли сухих веществ в начальном сусле, степени сбраживания и температурного режима. Процесс главного брожения длится около 7 сут для сортов пива с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 11...13% и 8...11 сут для сортов пива с массовой долей сухих веществ выше 13%.

4.9. Примерный температурный режим брожения для Жигулевского пива

Продолжительность процесса, сут	Массовая доля сухих веществ, %	Температура, °C
Первые	11,0	5,0
Вторые	10,1	5,5
Третьи	8,9	6,3
Четвертые	7,5	7,5
Пятые	6,0	7,5
Шестые	4,9	6,5
Седьмые	4,5	4,5

В процессе брожения и дображивания в цилиндрикоконических бродительных аппаратах (ЦКБА) поддерживают температурный режим, приведенный в табл. 4.10.

**4.10. Примерный температурный режим для светлого пива
с массовой долей сухих веществ 11,0%**

Продолжительность процесса, сут	Температура пива в ЦКБА, °С		Массовая доля видимого экстракта, %
	Коническая часть	Цилиндрическая часть	
Первые	9...10	9...10	10,0...10,2
Вторые	11...12	11...12	8,0...8,5
Третьи	13...14	13...14	6,5...6,8
Четвертые	13...14	13...14	4,0...4,5
Пятые	13...14	13...14	—
Шестые	6	12...14	—
Седьмые	2	12...14	—
Восьмые	1...2	3,0...4,5	—
Девятые-десятые	1...2	1...2	—

**Расчет производственных потерь.
Определение выхода пива**

Потери сусла и пива (в %) по каждой производственной стадии рассчитывают путем определения вначале выхода сусла и пива, а затем потерь.

Выход охлажденного сусла на стадии осветления и охлаждения, %,

$$B_{\text{охл}} = V_{\text{х. сус}} \cdot 100 / V_{\text{г. сус. прив}} \quad (4.11)$$

где $B_{\text{охл}}$ — выход охлажденного сусла, полученного за отчетный период, %; $V_{\text{х. сус}}$ — объем охлажденного сусла, полученного за отчетный период, дал; $V_{\text{г. сус. прив}}$ — объем горячего сусла, приведенный к объему при температуре 2...6 °С, дал.

Объем приведенного горячего сусла, дал,

$$V_{\text{г. сус. прив}} = 0,956 V_{\text{г. сус}}$$

где 0,956 — коэффициент, учитывающий изменение объема сусла при снижении температуры от 100 до 2...6 °С; $V_{\text{г. сус}}$ — объем горячего охмеленного пивного сусла при температуре 100 °С, дал.

Потери охлажденного сусла, %,

$$P_{\text{охл}} = 100 - B_{\text{охл}} \quad (4.12)$$

Пример 2. Определить выход и потери охлажденного сусла (в %) на стадии осветления и охлаждения при следующих данных: $V_{\text{х. сус}} = 142\,940$ дал; $V_{\text{г. сус. прив}} = 152\,120$ дал.

$B_{\text{охл}}$ и $P_{\text{охл}}$ определяем по формулам (4.11) и (4.12):

$$B_{\text{охл}} = 142\,940 \cdot 100 / 152\,120 = 93,97\%; \quad P_{\text{охл}} = 100 - 93,97 = 6,03\%.$$

Для расчета выхода молодого пива на стадии главного брожения определяют объем охлажденного сусла, поступившего на брожение, и объем молодого пива, поступившего на дображивание.

Выход молодого пива, %,

$$B_{\text{мол}} = V_{\text{мол}} \cdot 100 / V_{\text{х. сус}} \quad (4.13)$$

где $V_{\text{мол}}$ — объем молодого пива, поступившего в цех дображивания, дал.

Потери молодого пива, %,

$$P_{\text{мол}} = 100 - B_{\text{мол}} \quad (4.14)$$

Пр и м е р 3. Определить выход и потери молодого пива (в %) на стадии главного брожения при следующих данных: $V_{\text{мол}} = 139\ 650$ дал; $V_{\text{х. сус}} = 142\ 940$ дал. $B_{\text{мол}}$ и $P_{\text{мол}}$ определяем по формулам (4.13) и (4.14):

$$B_{\text{мол}} = 139\ 650 \cdot 100 / 142\ 940 = 97,70\%;$$

$$P_{\text{мол}} = 100 - 97,70 = 2,30\%.$$

Выход осветленного пива на стадии дображивания и осветления, %,

$$B_{\text{осв}} = V_{\text{осв}} \cdot 100 / V_{\text{мол}} \quad (4.15)$$

где $V_{\text{осв}}$ — объем осветленного пива, дал; $V_{\text{мол}}$ — объем молодого пива, дал.

При переработке некондиционного пива на массовые сорта на стадии дображивания учитывают суммарный объем исправимого брака сортового и массового пива, пересчитанный на стандартную массовую долю сухих веществ массового (10%- или 11%-ного) сорта пива; этот объем прибавляют к общему объему молодого пива в формуле (4.15), а расчет ведут по формуле

$$V'_{\text{нк. прив}} = V_{\text{нк}} \cdot d_{\text{нк}} \cdot p_{\text{нк}} / (d'_k p'_k) \quad (4.16)$$

где $V'_{\text{нк. прив}}$ — объем некондиционного пива, приведенный к объему кондиционного (10%- или 11%-ного) пива при температуре 2...6 °С, дал; $V_{\text{нк}}$ — объем некондиционного пива при температуре 2...6 °С, дал; $d_{\text{нк}}$ и $p_{\text{нк}}$ — соответственно относительная плотность и массовая доля сухих веществ начального сусла некондиционного пива при 20 °С; d'_k и p'_k — соответственно относительная плотность и массовая доля сухих веществ начального сусла кондиционного (10%- или 11%-ного) пива.

Потери осветленного пива, %,

$$P_{\text{осв}} = 100 - B_{\text{осв}} \quad (4.17)$$

Выход осветленного пива при производстве в цилиндрикоконических бродительных аппаратах (ЦКБА), %,

$$B_{\text{осв. ЦКБА}} = V_{\text{осв. ЦКБА}} \cdot 100 / V_{\text{г. сус. прив}} \quad (4.18)$$

где $V_{\text{осв. ЦКБА}}$ — объем пива в сборниках осветленного пива; дал; $V_{\text{г. сус. прив}}$ — объем горячего сусла, приведенный к объему при температуре 2...6 °С, дал.

Пр и м е р 4. Рассчитать выход и потери осветленного пива на стадии дображивания и осветления, если $V_{\text{осв}} = 137\ 530$ дал; $V_{\text{мол}} = 139\ 650$ дал; $V_{\text{нк. прив}} = 1260$ дал.

$B_{\text{осв}}$ и $P_{\text{осв}}$ определяем по формулам (4.15), (4.16) и (4.17):

$$B_{\text{осв}} = 137\ 530 \cdot 100 / (139\ 650 + 1260) = 97,60\%;$$

$$P_{\text{осв}} = 100 - 97,60 = 2,40\%.$$

Пр и м е р 5. Рассчитать выход и потери осветленного пива при производстве его в ЦКБА, если $V_{\text{г. сус. прив}} = 152\ 120$ дал; $V_{\text{осв. ЦКБА}} = 145\ 100$ дал.

Выход осветленного пива при производстве его в ЦКБА определяем по формуле (4.18):

$$B_{\text{осв. ЦКБА}} = 145\ 100 \cdot 100 / 152\ 120 = 95,39\%; P_{\text{осв. ЦКБА}} = 100 - 95,39 = 4,61\%.$$

Выход пива, разлитого в транспортную тару, %.

$$B_{\text{роз}} = V_{\text{роз}} \cdot 100 / V_{\text{осв}}, \quad (4.19)$$

где $V_{\text{роз}}$ — объем разлитого пива, дал.

При розливе массовых сортов пива суммарный объем исправимого брака сортового и массового пива, пересчитанный на стандартную массовую долю сухих веществ 10%- или 11%-ного пива, вычитают из объема осветленного пива в формуле (4.19).

Потери разлитого пива, %,

$$П_{\text{роз}} = 100 - B_{\text{роз}}. \quad (4.20)$$

Пример 6. Рассчитать выход и потери пива на стадии розлива в бутылки, если $V_{\text{осв}} = 137\,536$ дал; $V_{\text{роз}} = 134\,780$ дал.

$B_{\text{роз}}$ и $П_{\text{роз}}$ определяем по формулам (4.19) и (4.20):

$$B_{\text{роз}} = 134\,780 \cdot 100 / 137\,530 = 98,00\%;$$

$$П_{\text{роз}} = 100 - 98,00 = 2,0\%.$$

Общий выход готового пива по жидкой фазе, %,

$$B_{\text{общ}} = V_{\text{роз}} \cdot 100 / V_{\text{г. сус. прив}}. \quad (4.21)$$

Пример 7. Рассчитать общий выход готового пива по жидкой фазе, если $V_{\text{роз}} = 134\,780$ дал; $V_{\text{г. сус. прив}} = 152\,120$ дал.

$B_{\text{общ}}$ определяем по формуле (4.21):

$$B_{\text{общ}} = 134\,780 \cdot 100 / 152\,120 = 88,60\%.$$

Общий выход готового пива по жидкой фазе с учетом выхода сусла и пива по каждой производственной стадии, %,

$$B'_{\text{общ}} = (B_{\text{охл}} / 100 \cdot B_{\text{мол}} / 100 \cdot B_{\text{осв}} / 100 \cdot B_{\text{роз}} / 100) 100. \quad (4.22)$$

Фактические общие потери пива, %,

$$П_{\text{общ}} = 100 - B'_{\text{общ}}. \quad (4.23)$$

Пример 8. Рассчитать общий выход готового пива по жидкой фазе с учетом выхода сусла и пива по каждой производственной стадии, а также общие потери, если $B_{\text{охл}} = 93,97\%$; $B_{\text{мол}} = 97,70\%$; $B_{\text{осв}} = 97,60\%$; $B_{\text{роз}} = 98,00\%$.

$B'_{\text{общ}}$ и $П_{\text{общ}}$ определяем по формулам (4.22) и (4.23):

$$B'_{\text{общ}} = \left(\frac{93,97}{100} \cdot \frac{97,70}{100} \cdot \frac{97,60}{100} \cdot \frac{98,00}{100} \right) 100 = 87,81\%.$$

Фактические общие потери пива

$$П_{\text{общ}} = 100 - 87,81 = 12,19\%.$$

Общий объемный выход пива по заводу (в %) и общие объемные потери (в %) — это средневзвешенные величины от выходов сусла и пива на всех производственных стадиях, а вследствие этого потери (в %) на каждой стадии нельзя суммировать для получения общих объемных потерь.

Общий выход пива по жидкой фазе за отчетный период с учетом всех сортов определяют так же, как средневзвешенную величину:

$$B''_{\text{общ}} = (B_{\text{общ. с}_1} \cdot P_{\text{с}_1} + \dots + B_{\text{общ. с}_n} \cdot P_{\text{с}_n}) / 100, \quad (4.24)$$

где $B_{\text{общ. с}_1} \dots B_{\text{общ. с}_n}$ — общий выход определенного сорта пива, рассчитанный по формуле (4.21), %; $P_{\text{с}_1} \dots P_{\text{с}_n}$ — доля определенного сорта пива в общем ассортименте пива, %.

П р и м е р 9. Определить общий выход готового пива по жидкой фазе с учетом, что за отчетный период было приготовлено Жигулевское пиво в количестве 70% общего выпуска и Московское — 30%. Общий выход Жигулевского пива $B_{\text{общ. Жиг}} = 88,60\%$, а Московского $B_{\text{общ. Мос}} = 87,10\%$.

$B''_{\text{общ}}$ определяем по формуле (4.26)

$$B''_{\text{общ}} = (88,60 \cdot 70 + 87,10 \cdot 30) / 100 = 88,15\%.$$

4.5. ОСВЕТЛЕНИЕ И РОЗЛИВ ПИВА

Осветление проводят для удаления веществ, ухудшающих прозрачность и, главное, стойкость пива при хранении. Розлив осуществляют для получения готового продукта в виде пива, разлитого в бутылки или металлические банки, а также для налива в пивовозы. При этом стремятся исключить контакт пива с кислородом, чтобы избежать ухудшения качества готового продукта.

4.5.1. ОСВЕТЛЕНИЕ ПИВА

Пиво осветляют двумя способами — фильтрованием или сенарированием: в первом случае обеспечиваются лучшие технологические качества готового пива, чем во втором.

4.5.1.1. ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ И РОЗЛИВЕ ПИВА

На процесс фильтрования влияет состав веществ, находящихся в пиве. В частности, фильтрование ухудшается при высокой вязкости пива, которая обусловлена в первую очередь наличием β -глюкана, входящего в состав гумми-веществ. Большое количество его в пиве наблюдается при использовании плохо растворенного солода, содержащего гумми-вещества, состоящие преимущественно из β -глюкана. В хорошо растворенном солоде гумми-вещества представлены небольшой частью β -глюкана и незначительным количеством пентозанов.

Содержание β -глюкана в пиве повышается при переработке свежепросоженного солода или солода короткого ращения, увеличении продолжительности затирания при температуре выше 60°C , сдвиге рН затора в щелочную сторону и т. д. В дображиваемом пиве β -глюкана может быть 100...300 мг/л.

В процессе фильтрования пива снижается количество высокомолекулярных азотистых веществ примерно на 4...10 мг/л, а среднемолекулярных соединений на 6...11 мг/л. При наличии в пиве продуктов неполного расщепления крахмала оно также плохо фильтруется и осветляется.

В результате фильтрования пива удаляются дрожжевые клетки, которые при высокой концентрации могут образовывать непроницаемый слой на поверхности фильтра. Хорошо фильтруется пиво, содержащее $(0,2...1) 10^6$ дрожжевых клеток в 1 мл. Количество дрожжевых клеток в пиве зависит от продолжительности дображивания, штамма дрожжей, способа брожения и применяемых аппаратов для дображивания.

Важное условие для эффективного осуществления процессов осветления и розлива — исключение окисления пива и потери им диоксида углерода. Это достигается герметизацией оборудования и трубопроводов, обеспечением постоянного давления.

Фильтрование и розлив готового пива в транспортную тару — конечный производственный процесс и, таким образом, последняя операция, посредством которой можно исправить дефекты пива. Очень важно сохранить при розливе физико-химическое равновесие, установившееся при дображивании и выдержке, в том числе между температурой и давлением. Противодействие создают с учетом шпунтового избыточного давления в аппарате дображивания, при этом оно должно быть тем выше, чем больше степень насыщения и выше температура разливаемого пива и чем больше гидравлическое сопротивление трубопровода. Поэтому последний должен иметь минимум колен, изменений сечений и других сопротивлений.

Весьма нежелательно для качества пива его соприкосновение с кислородом воздуха, в результате чего окисляются горькие вещества хмеля и полифенолы, что способствует ухудшению аромата и вкуса пива, снижается его коллоидная и биологическая стойкость, а также появляется пастеризационный привкус. Поэтому после разноможения дрожжей и первой стадии брожения стремятся исключить попадание кислорода в пиво.

Редуктоны и меланоидины, являясь редуцирующими веществами, связывают определенное количество кислорода, попадающего при розливе пива, предохраняя тем самым его от окисления.

Для характеристики восстановительных свойств пива применяют показатель реакций, носящий название ИТТ, указывающий время, в течение которого проба пива обеспечивает раствор индикатора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия. При высоком содержании в пиве редуцирующих веществ ИТТ имеет низкое значение. При ИТТ менее 100 с пиво считают очень хорошим, между 100 и 500 — хорошим, между 500 и 1000 — посредственным, выше 1000 с — плохим. Высокое значение ИТТ указывает, что редуцирующие вещества не способны связывать присутствующий в пиве кислород и тем самым исключать окисление готового продукта. Предельно допустимое содержание кислорода в готовом пиве, в том числе кислорода воздуха в горлышке бутылки, должно быть не выше $1...3 \text{ мг } O_2/\text{л}$.

В процессе розлива общепринятым способом в горлышке бутылки над поверхностью пива остается воздух. Если бутылочное

пиво пастеризуют, то окисление вследствие наличия этой воздушной подушки происходит быстрее. В пиве, разливаемом при противодавлении воздуха, из-за растворения кислорода индекс гН_2 возрастает от 10...11, что характерно для молодого пива, до 17, что близко к гН_2 начального сула.

При хранении пива в результате окисления редуцирующих веществ кислородом через 14...20 сут значение гН_2 вновь снижается до 10...11. Окисление ускоряется при движении и взбалтывании пива.

Поступление значительного количества кислорода возможно на стадии фильтрования или сепарирования, в процессе подачи фильтрованного пива в сборники и розлива его. Поэтому эти процессы следует осуществлять в присутствии диоксида углерода.

Необходимо также применять устройства для удаления воздуха из горлышка бутылки. Кроме того, при наполнении и опорожнении танков следует использовать различные отражательные устройства (диски, плиты), с помощью которых можно понизить насыщение кислородом пива.

Помимо мероприятий, предотвращающих поступление кислорода в пиво, в нашей стране и за рубежом начали применять антиоксиданты, значительно снижающие показатели гН_2 и ИТГ. В качестве антиоксидантов применяют аскорбиновую кислоту и ферментные препараты.

4.5.1.2. ОСВЕТЛЕНИЕ ПИВА ФИЛЬТРОВАНИЕМ

При перекачивании пива на осветление в аппарат дображивания подают сжатый воздух давлением 0,04...0,06 МПа, чтобы создать противодавление, равное шпунтовому давлению. Благодаря применению сжатого воздуха предотвращается выделение из пива диоксида углерода. Давление сжатого воздуха, поступающего в аппарат дображивания, не должно быть выше 0,07 МПа, в противном случае возможен его разрыв. Из аппарата дображивания пиво насосом перекачивается на фильтрование. Если пиво направляют на фильтрование одновременно из нескольких аппаратов, то его предварительно пропускают через смеситель, представляющий собой трубу, укрепленную горизонтально на передвижной тележке и соединенную патрубками с резервуарами. На патрубках имеются стеклянные смотровые фонари, на крышках которых — воздушные краники. Один конец смесителя закрыт крышкой, а к другому присоединен насос, подающий пиво на фильтрование.

Пиво, поступающее в смеситель, вытесняет воздух из пивопровода и заполняет фонарь, воздушный краник при этом оставляют открытым до тех пор, пока пиво не вытеснит воздух и пену из фонаря.

Пиво на фильтрование подают под более высоким давлением

(0,1...0,15 МПа), чем давление, при котором оно поступает из аппаратов дображивания к насосу (0,04...0,06 МПа). Поэтому для достижения давления, необходимого для фильтрования, применяют специальный насос с регулятором давления (друкреглер). С помощью такого насоса в трубопроводах поддерживается постоянное давление, а также ровное и спокойное течение пива.

Перед фильтрованием пиво часто охлаждают до 0...1 °С в холодильнике, которым может служить теплообменник. Благодаря этому снижаются потери диоксида углерода и пиво освобождается от холодной мути.

Фильтрование через диатомит. В нашей стране для осветления пива широко применяют фильтрование через намывной слой фильтрующего материала, а также через фильтр-картон. Фильтрование пива через намывной слой производится в намывных фильтрах: рамных, с сетчатыми фильтрующими элементами, патронных.

В намывных фильтрах в качестве фильтрующего материала используют диатомит, получаемый из опаловых диатомитовых кремнеземистых пород Инзенского месторождения Ульяновской области, перлит, выпускаемый Мытищинским комбинатом стеновых и теплоизоляционных материалов, а также целлюлозный опорный картон с меламиновой смолой.

При фильтровании через намывной слой предусматривается нанесение на фильтровальные элементы двух слоев диатомитового порошка марок А и Б, создающего фильтрующую перегородку. После образования фильтрующей перегородки нефильтованное пиво направляют в фильтр. При этом для разрыхления осадка и наращивания фильтрующего слоя в нефильтованное пиво вносят диатомитовую суспензию. Фильтрование прекращают при достижении предельного перепада давления, принятого для данного аппарата.

На отечественных пивоваренных заводах распространены намывной рамный фильтр ВФД-4 и его модификации РЗ-ВФД-25, РЗ-ВФД-50, ШЧ-ВФД-33, ШЧ-ВФД-60.

Намывные рамные фильтры РЗ-ВФД-25 и РЗ-ВФД-50 представляют собой аппараты, которые имеют фильтр и дозаторную станцию. Фильтр состоит из каркаса, набора плит и рам, нажимной плиты и зажимного механизма. Дозаторная станция включает в себя смеситель с насосом-дозатором, пульт управления, систему трубопроводов и насос для пива.

При работе аппаратов РЗ-ВФД-25 и РЗ-ВФД-50 предусмотрены следующие операции: заполнение водой, нанесение слоя, удаление воды, фильтрование, удаление пива, мойка.

Для заполнения фильтра (рис. 4.21) вода при открытом кране 15 с помощью насоса 13 через индикатор расхода 12 и кран 11 подается в фильтр 9, вытесняя из него воздух через краны 8 и 10. Для намывания фильтрующего слоя диатомита на опорный картон открывают

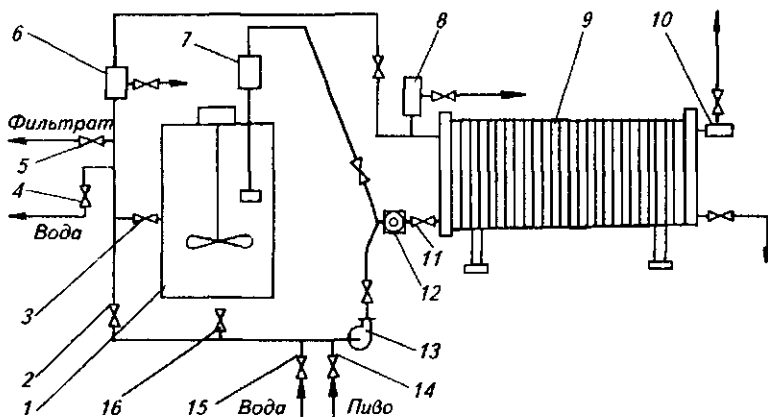


Рис. 4.21. Принципиальная схема работы намывного рамного фильтра РЗ-ВФД-50

краны 3 и 16 и включают насос 13. Вода циркулирует в замкнутом цикле: фильтр — смеситель 1. Суспензия диатомита из смесителя 1 подается в фильтр 9 через кран 16. Диатомит задерживается на опорном картоне и образует намывной (фильтрующий) слой, а вода возвращается в смеситель 1 через кран 3. Пиво через кран 14 с помощью насоса 13 подается в фильтр 9 и вытесняет воду из крана 4 в канализацию. Далее при открытых кранах 5 и 14 пиво фильтруется через намывной слой при рабочем давлении 0,4 МПа. Добавление суспензии диатомита в пиво при фильтровании обеспечивается насосом-дозатором 7. После осветления пиво проходит через фонарь 6 и кран 5 и направляется в отводящий трубопровод.

По окончании работы фильтра 9 насосом 13 при открытом кране 15 подается вода, которая через кран 5 вытесняет пиво. Вода для мойки насосом 13 при открытом кране 15 направляется в фильтр 9 и через кран 4 вытесняет разбавленное пиво в сборник исправимого брака. При рециркуляции открывают кран 2 и включают насос 13. Пиво циркулирует в замкнутом цикле.

Фильтрование пива ведут до тех пор, пока давление на фильтре не достигнет 0,06 МПа. Продолжительность фильтрования 1...12 ч. По окончании работы фильтр разбирают, моют пластины холодной и горячей водой. После этого фильтр снова собирают и промывают водой.

На диатомитовые фильтры типа ВФД расходуется фильтр-картон в пределах 3...2,8 г/дал пива, а при намывании на него диатомитового порошка дозируется диатомит марки А — 600 г/м², марки Б — 700 г/м² фильтрующей поверхности. По окончании намывания фильтровальной перегородки добавляют диатомит в неотфильтрованное пиво из расчета 15...20 г/дал.

На пивоваренных заводах нашей страны, оснащенных чехосло-

вацким оборудованием, применяют фильтрационные установки, состоящие из диатомитового патронного и пластинчатого фильтров.

Патронный фильтр представляет собой разъемный цилиндрический резервуар, внутри которого установлены вертикальные фильтровальные элементы — патроны. Они выполнены из нержавеющей проволоки, намотанной на спиралеобразную обточенную полую перфорированную трубу. Фильтрующие щели патронов имеют размер 70 мкм. Патроны ввинчены в горизонтальные коллекторные трубы, расположенные в нижней части фильтра. С наружной стороны фильтра каждые две коллекторные трубы соединяются через трехходовой кран с коллектором общего трубопровода. Для контроля качества фильтрации каждой группы патронов установлены смотровые стекла. На крышке фильтра имеются манометр и кран для подвода сжатого воздуха.

В комплект фильтрационной установки также входит дозирующее устройство, состоящее из емкости и мембранного насоса-дозатора. Емкость представляет собой цилиндрический вертикальный аппарат, оборудованный мешалкой. В верхней части корпуса аппарата имеется люк для заполнения емкости диатомитовым порошком и водой, а также штуцер для подвода сжатого воздуха. На трубопроводе нефильтрованного пива установлено смотровое стекло. Мембранный насос-дозатор предназначен для внесения суспензии порошка в неотфильтрованное пиво. Рабочее давление контролируют по манометру, расположенному на входном трубопроводе.

На небольших заводах в качестве дозирующего устройства применяется проточный дозатор, представляющий собой цилиндрический вертикальный аппарат, работающий под давлением. В верхней части его размещен люк, на котором смонтирован манометр, штуцер для подвода и выпуска сжатого воздуха. Коническое днище дозатора в нижней части оканчивается дросселирующим клапаном. На трубопроводе перед ответвлением к дросселирующему клапану установлен трехходовой кран, позволяющий отводить шлам в канализацию.

Работа фильтрационной установки начинается с разбавления диатомитового порошка в дозирующем устройстве с последующим намыванием его на патроны, расположенные в фильтре. Диатомитовая суспензия, проходя через зазоры проволоочной навивки, разделяется: вода проникает внутрь патронов, а диатомит задерживается на их поверхности, постепенно образуя фильтровальные перегородки. После нанесения фильтрующего слоя приступают к фильтрованию пива при непрерывном внесении в него порошка.

По окончании фильтрации пиво направляют на пластинчатый фильтр. Расход фильтрационного материала на таких установках зависит от режима работы. Длительность фильтрации определяется исходной мутностью обрабатываемого пива. Инструкцией пре-

дусмотрен следующий расход фильтрационного материала: перлита — 20 г/гл, диатомита марки А — 40, диатомита марки Б — 100 г/гл.

Преимущества патронных фильтров: по мере возрастания слоя осадка на патронах пропорционально увеличивается фильтрующая поверхность, вследствие чего удлиняется период работы между перезарядками; возможны механизированная очистка и промывка фильтра в собранном виде.

При фильтровании на пластинчатых фильтрах применяется фильтр-картон, с помощью которого из пива удаляются вредные микроорганизмы, высокомолекулярные фракции белка, коллоиды горьких веществ и достигается стойкость, близкая к стойкости пастеризованного пива.

Фильтр-прессы также используют для осветления пива. Отечественная промышленность выпускает фильтр-прессы ШЧ-ВФС-25, ШЧ-ВФС-50 и ШЧ-ВФС-100. Производительность их при доосветлении пива 600, 1200 и 2400 дал/ч, при обеспложивании 300, 600 и 1200 дал/ч, размер плит 600 × 600 мм, площадь фильтрования 25, 50 и 100 м², рабочее давление воздуха 0,4 МПа, максимальное рабочее давление 0,6 МПа.

Фильтр-прессы ШЧ-ВФС оборудованы системами выдавливания продуктов воздухом, рециркуляции фильтруемой жидкости, прямой и обратной промывки пластин фильтра, стерилизации пластин горячей водой и паром.

В фильтр-прессах ШЧ-ВФС для осветления пива рекомендуется применять картон марки КФО-1, для обеспложивания — картон марки КФО-2. Кроме того, на производстве используют картон марки КТФ-2.

За рубежом на заводах устанавливают механизированные диатомитовые фильтры с сетчатыми фильтрующими элементами, расположенными горизонтально или вертикально, не требующими картона, а также разборки и сборки перед зарядкой.

Фильтрование пива через фильтрационную массу. Этот способ ранее повсеместно применялся на производстве. Фильтрование проводят в фильтр-прессе, состоящем из пластин (брикетов) толщиной 40...60 мм из хлопчатобумажно-асбестовой массы, формуемой с помощью специального гидравлического или ручного пресса. Пластины выполняют в форме чаши или тарелок. Фильтрационную массу используют многократно.

Принимая во внимание, что волокна массы загрязняются, после каждого фильтрования ее тщательно промывают водой, а при необходимости обрабатывают отбеливающими и дезинфицирующими средствами.

Наиболее часто применяют чашечный фильтр-пресс. Перед началом работы проверяют правильность сборки фильтра. Далее заполняют его водой для удаления воздуха, а затем соединяют с пивопроводом: под давлением вода вытесняется из фильтра.

Нефильтрованное пиво, пройдя через брикеты фильтрационной массы, поступает в каналы фильтрованного пива и далее в сборники. Оптимальная производительность фильтр-пресса от 80 до 100 дал/(м²·ч), или 20 дал на одну плиту.

Фильтрацией пива через фильтрационную массу можно получать совершенно прозрачное пиво, что связано с его потерями и с затратами ручного труда.

4.5.1.3. ОСВЕТЛЕНИЕ ПИВА СЕПАРИРОВАНИЕМ

Для осветления пива все больше стали применять сепараторы, что объясняется их усовершенствованием. Благодаря новым маркам конструкционной стали увеличили частоту вращения ротора до 5000...7000 мин⁻¹, что существенно улучшило эффект центрифугирования. Кроме того, новые герметичные конструкции позволили изолировать пиво от кислорода воздуха и предотвратить улетучивание диоксида углерода. Это достигается созданием постоянного давления пива в трубопроводе и аппарате.

Основной частью сепаратора (рис. 4.22) является барабан, в котором одна над другой на расстоянии 1 мм размещены конусообразные тарелки. Пиво поступает в барабан в полное веретено снизу, распределяется на тарелках, и приблизительно при частоте вращения 5000 мин⁻¹ тяжелые частицы смещаются к стенке цилиндра, где и собираются.

Перед началом работы сепаратор заполняют водой, затем его пускают путем разгона. По достижении необходимой частоты вращения в него подают пиво. Первую порцию, состоящую из воды и

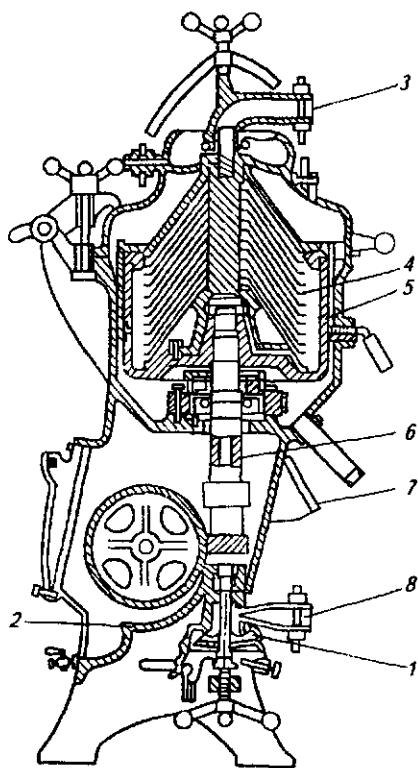


Рис. 4.22. Сепаратор с вмонтированным насосом:

1 — насос; 2 — устройство для автоматической смазки; 3 — входное отверстие для неосветленного пива; 4 — тарелки; 5 — барабан; 6 — полное веретено; 7 — тахометр; 8 — выходное отверстие для осветленного пива

небольшого количества пива, сливают в канализацию, вторую, содержащую некоторое количество воды, направляют в сборник исправимого брака, а следующую порцию — уже в сборник пива. Во время сепарирования поддерживают давление пива на входе 0,07 МПа, на выходе 0,5 МПа. Прекратив подачу пива, сепаратор промывают сначала холодной, а затем теплой водой и вымывают шлам до выхода чистой воды. После этого выключают электродвигатель и включают тормоз.

Пиво, осветленное сепарированием, имеет высокую чувствительность к холоду и через несколько дней нахождения в холодильнике теряет прозрачность. Поэтому обязательным условием при осветлении пива на сепараторах является длительная выдержка его на холоде, работа при пониженной производительности для более полного отделения дрожжей, безразборная мойка сепараторов теплым щелочным раствором и горячей водой.

4.5.2. КАРБОНИЗАЦИЯ ПИВА

При недостаточном содержании в пиве диоксида углерода и потере его во время фильтрования дополнительно перед розливом насыщают им пиво (карбонизируют). Перед карбонизацией пиво необходимо охладить до температуры 0...1 °С и лишь затем направлять в карбонизатор.

Колончатый карбонизатор (рис. 4.23) работает следующим образом. Пиво, отфильтрованное и охлажденное до 1 °С, поступает в нижнюю часть колонки и взаимодействует с диоксидом углерода, поступающим из распылителя под давлением 0,15...0,2 МПа. Пиво, смешанное с диоксидом углерода, далее направляется вверх, проходя вначале латунную решетку, а затем зону стеклянных шариков, позволяющих увеличивать поверхность контакта пива с диоксидом углерода. Из колонки карбонизированное пиво направляется в промежуточный сборник и далее в сборник фильтрованного пива. После карбонизации массовая доля диоксида углерода должна быть не менее 0,4%.

4.5.3. ВЫДЕРЖКА ПИВА В СБОРНИКАХ

Фильтрованное пиво поступает в сборники, из них далее — на розлив. Эти сборники одновременно служат мерниками. Пиво подают в сборники снизу, постоянно поддерживая в них давление не ниже 0,05 МПа. Для сохранения диоксида углерода до направления в сборники пиво стремятся охладить до 0...0,5 °С. В сборниках создают противодействие диоксидом углерода. В них фильтрованное пиво выдерживают от 3 до 8 ч. Сборники устанавливают в хорошо охлаждаемом помещении температурой не выше 2,5 °С. При этих условиях выдержка пива способствует сохранению диоксида углерода в пиве и улучшению его качества.

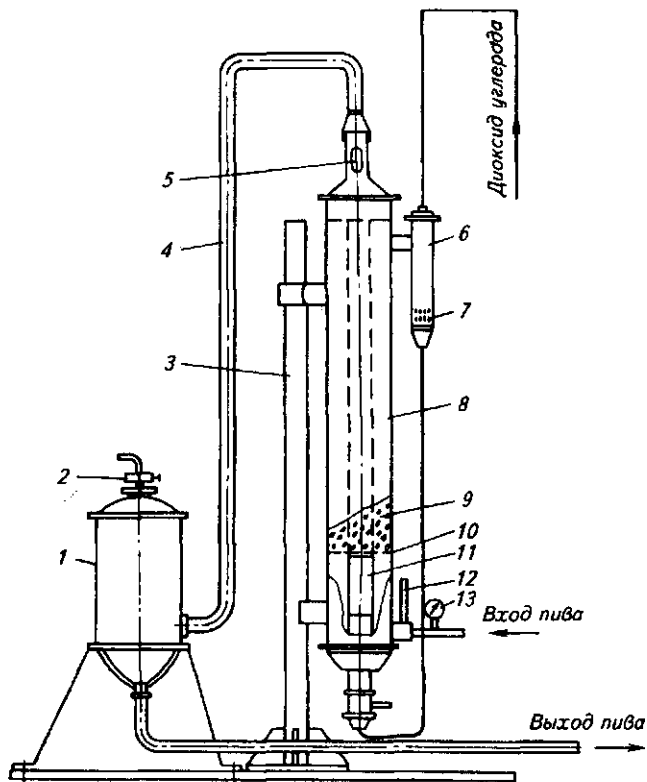


Рис. 4.23. Колончатый карбонизатор:

1 — сборник пива, насыщенного диоксидом углерода; 2 — кран для удаления избыточного диоксида углерода; 3 — стойка; 4 — пивопровод; 5 — смотровой фонарь; 6 — фильтр для очистки диоксида углерода; 7 — медная решетка; 8 — колонка; 9 — зона со стеклянными шариками; 10 — латунная решетка; 11 — распылители диоксида углерода; 12 — термометр; 13 — манометр

4.5.4. РОЗЛИВ ПИВА

Пиво разливают в деревянные и металлические бочки, автотермоцистерны и бутылки. Применяют также новые полимерные бутылки вместимостью 2 дм³.

Розлив пива предусматривает проведение следующих операций: подготовка стеклянной тары и ящиков, мойка тары; розлив пива в тару; укупорка бутылок; бракераж; наклейка этикеток; укладка бутылок.

4.5.4.1. ПОДГОТОВКА СТЕКЛЯННОЙ ТАРЫ И УКЛАДКА ЕЕ В ЯЩИКИ

На заводе стеклотару принимают и обрабатывают, а затем подают на мойку (рис. 4.24).

В посудные цехи новые бутылки поступают упакованными в мешки, в связках, контейнерах и навалом. Новую посуду тщательно проверяют на соответствие требованиям действующих стандартов.

Посуду, направляемую из торговой сети, называют оборотной. Она поступает в ящиках, которые укладывают в штабеля на складе посуды.

В посудном цехе ленточный транспортер перемещает ящики к автомату для выемки бутылок типа И2-АИА (рис. 4.25) производительностью 6000, 12 000 и 24 000 бутылок в час. Ящики с бутылками подаются к автомату и останавливаются под головкой с захватами. Головка затем опускается в ящики и захватывает горлышки бутылок, поднимается вверх и переносит бутылки к столу. Опорожненный ящик продвигается дальше по транспортеру, его место занимает ящик с бутылками.

После освобождения бутылок от захватов головка поднимается и перемещается к ящичному транспортеру за следующей партией бутылок. Цикл работы повторяется.

В посудном цехе бутылки проходят соответствующую подготовку — сортировку по высоте, отмочку особо загрязненных бутылок, предварительный прогрев зимой.

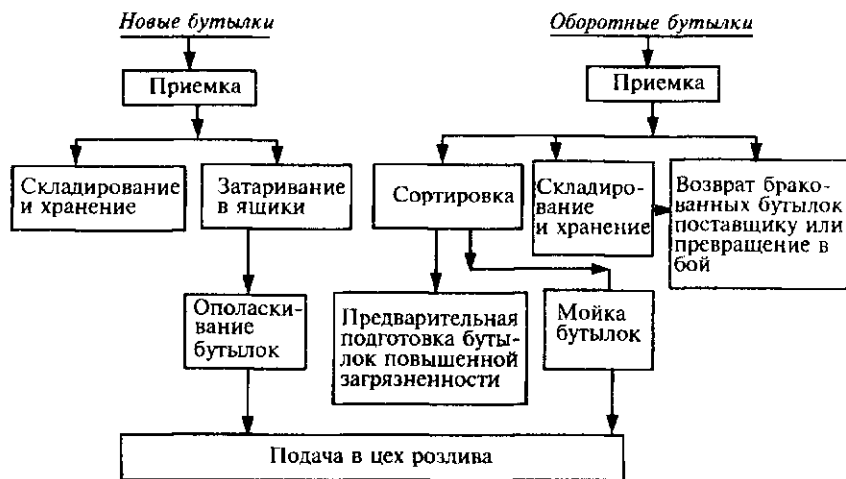


Рис. 4.24. Схема подготовки стеклянной тары

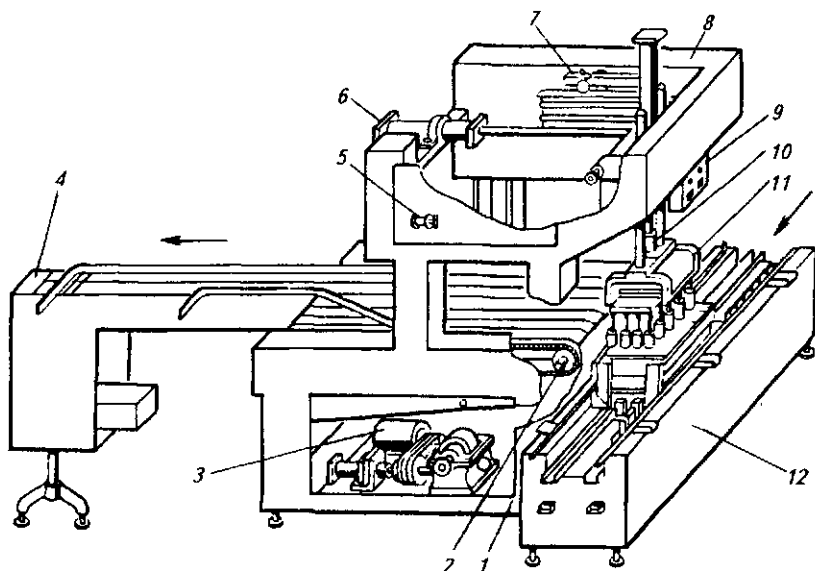


Рис. 4.25. Автомат для извлечения бутылок из ящика типа И2-АИА:

1 — корпус; 2 — цепной транспортер; 3 — электродвигатель; 4 — конвейер для отвода бутылок; 5 — панель электрооборудования; 6 — пневмоцилиндр; 7 — пневмооборудование; 8 — пневмоцилиндр подъема головки с захватами; 9 — пульт управления; 10 — направляющая головка; 11 — головка с захватами; 12 — механизм перемещения ящиков

4.5.4.2. МОЙКА ТАРЫ

При мойке бутылок и бочек выполняют следующие операции: отмачивание загрязнений на наружной и внутренней поверхностях тары, иширицевание внутренней и ополаскивание наружной поверхностей.

Мойка бочек. Поступившие на завод бочки предварительно осматривают для обнаружения механических повреждений, посторонних предметов и запахов, для определения общего состояния бочек. В деревянных бочках, кроме того, проверяют качество осмолки. Неисправные бочки направляют на ремонт.

Бочки моют вручную или механизированным способом, используя бочкомоечный автомат. Сначала смачивают теплой водой внутреннюю поверхность бочки, а затем моют щетками наружную поверхность. Далее производят иширицевание внутренней поверхности бочки теплой (45...55 °С) и холодной водой. После мойки бочки проверяют на герметичность.

Мойка автоцистерн. Перед заполнением пивом автоцистерны предварительно моют, затем пропаривают и ополаскивают водой.

Новые автоцистерны перед вводом в эксплуатацию после мойки

водой необходимо ополаскивать 5...6%-ным раствором азотной кислоты, после чего промывать горячей и холодной водой. Промытые и продезинфицированные автоцистерны нельзя хранить пустыми до налива более суток. В случае, если по каким-либо причинам автоцистерна после мойки оставалась незаполненной более суток, люк автоцистерны и входные трубопроводы закрывают и цистерну перед наливом в нее пива повторно промывают, дезинфицируют и ополаскивают.

Периодически (летом через 15 дней, зимой через 30 дней) кроме указанного выше порядка обработки автоцистерны подвергается более полной и тщательной дезинфекции. Последнюю следует производить с разборкой кранов и сливных труб, а также всей арматуры, которую промывают в дезинфицирующем растворе не менее 30 мин. В качестве дезинфектанта рекомендуется катапин, кислый эльмоцид и др. После каждой дезинфекции и ополаскивания автоцистерны должны подвергаться тщательному контролю на полный смыв остатков дезинфицирующих растворов.

Мойка бутылок. На заводы поступают в основном бутылки оборотного фонда, возвращаемые из торговой сети, и частично новые бутылки.

В бутылкомоечных машинах новые бутылки только моют, а оборотные — предварительно очищают, а затем в машине их моют холодной и теплой водой, щелочным раствором. В качестве моющих средств используют гидроокиси натрия, карбонат натрия, тринатрийфосфат, сульфосоли и т. п. Концентрация раствора гидроокиси натрия для ручных и полуавтоматических моечных машин 1,0...3,0%, для автоматических — 1,8...2,0%, температура раствора не ниже 80 °С.

4.5.4.3. РОЗЛИВ ПИВА В БОЧКИ

Для розлива пива используют деревянные или металлические бочки. Наиболее распространены бочки вместимостью 50 и 100 дм³ и металлические бочки типа КЕГ — 20 и 30 дм³.

Бочки наполняют пивом с помощью специального аппарата. Розлив пива во избежание потерь диоксида углерода производят изобарически — под некоторым избыточным давлением, т. е. под давлением, равным тому, под которым разливаемое пиво находится в резервуаре машины.

Аппарат для розлива пива в бочки состоит из напорного резервуара, изобарических разливных кранов и станины.

Напорный резервуар имеет поплавковый регулятор уровня, указатель уровня, предохранительный клапан с манометром и краны — питающий, расходный и газовый. Бочка, предназначенная для наполнения, при установке на ней разливочного крана герметически закрывается. При этом бочка посредством отвода сообщается с

газовым пространством напорного резервуара. В результате этого в бочке устанавливается такое же давление, как и в резервуаре для пива. С помощью наполнительной трубы, достающей до дна бочки,ливо из резервуара течет в бочку; воздух же из бочки — обратно в резервуар, а оттуда выпускается наружу.

При изобарическом розливе (рис. 4.26, а) пиво под давлением 0,05...0,07 МПа поступает в напорный резервуар 3. На бочку устанавливают разливочный кран, головка которого плотно прижимается к шпунтовому отверстию бочки. Один из трех отводов этого крана в виде наполнительной трубы 1 опускают на дно бочки.

Посредством второго отвода 2, связанного с верхней частью напорного резервуара, после выравнивания давления в системе (рис. 4.26, б) открывают наполнительную трубу, и через соединительный шланг 4 пиво поступает в бочку. По третьему отводу 6 воздух возвращается в напорный резервуар. Сосуд-пеногаситель 5 предназначен для предотвращения переноса инфекции из инфицированных бочек в напорный резервуар и систематически освобождается от пены. Наполнение бочек не менее 99,5% от объема.

Температура пива при розливе не должна быть выше 3 °С. Заполненные бочки укупоривают деревянными пробками, обработанными 0,01%-ным раствором хлорной извести, и промывают водой. Алюминиевые бочки завинчивают металлическими пробками, обработанными 3%-ным раствором формалина.

4.5.4.4. НАЛИВ ПИВА В АВТОЦИСТЕРНЫ

На заводах для заполнения автоцистерн предусматривают станцию налива. Заполнение цистерн и слив пива в изотермические емкости торговых точек производят под давлением диоксида углерода до 0,07 МПа.

Наполнение автоцистерн на станции налива осуществляют следующим способом. Из сборников пиво сливают в автоцистерны, состоящие из двух камер, в изобарических условиях, для чего соединяют верхние полости мерников и камер автоцистерн для выравнивания давления. Предварительно автоцистерны заполняют диоксидом углерода, поступающим из баллона, находящегося в машине. Окончание налива цистерны определяют по мерному стеклу сборников. Пиво, наливаемое в автоцистерну, должно иметь температуру не выше 5 °С.

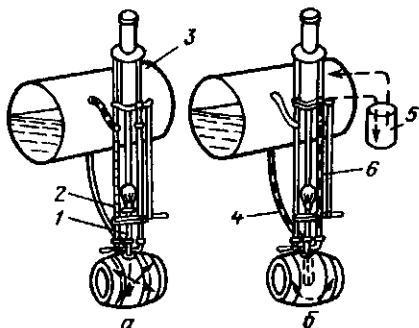


Рис. 4.26. Схема изобарического заполнения бочек пивом

4.5.4.5. РОЗЛИВ ПИВА В БУТЫЛКИ

Пиво разливают в бутылки на автоматических линиях, состоящих из автомата для выемки бутылок из ящика, бутылкомоечной машины, разливочного автомата, укупорочного, бракеражного, этикетировочного автоматов и автоматов для укладки бутылок в ящики.

Для розлива пива в бутылки применяют изобарические автоматы непрерывного действия ротационного типа производительностью 3000, 6000, 12 000 бутылок в час.

Вначале бутылку наполняют сжатым воздухом, очищенным на обеспложивающем фильтре, создают давление, равное тому, под которым находится разливаемое пиво. Далее бутылки заполняются пивом до определенного уровня по высоте, без точной дозировки по объему. При этом пиво вытесняет из бутылки воздух. Наливают пиво в бутылки коричневого и зеленого цвета. Температура пива при розливе должна быть не выше 3 °С.

Пиво, разливаемое в бутылки вместимостью 0,33 и 0,5 дм³, укупоривают металлическими кронен-пробками. Для полимерных бутылок с винтовой резьбой — колпачок глубокий с низким перфорированным в нижней части кольцом. Для укупорки бутылок применяют автоматы, основным узлом которых являются головки с укупорочными патронами.

Вымытые бутылки перед розливом и укупоренные бутылки с пивом перед наклеиванием этикеток подвергают визуальному осмотру на световых экранах и бракеражных автоматах с целью установления герметичности укупоривания, прозрачности, наличия посторонних включений, определения полноты налива.

Укупоренные и проинспектированные бутылки поступают к этикетировочному автомату для наклейки этикеток.

Полностью оформленные бутылки укладывают в ящики с помощью автомата типа И2-АУА (рис. 4.27). Движущиеся по конвейеру бутылки поступают на стол автомата и направляющими разделяются на ряды. Когда под головкой с захватами встанет нужное количество бутылок, срабатывает блокировка, головка захватывает бутылки и перемещает к пустому ящику, останавливается и опускает бутылки в ящик. Проведя укладку, головка поднимается и перемещается к столу.

Бутылки с пивом в ящиках направляют в экспедицию, где оно хранится при температуре не выше 12 °С.

Основные требования к процессу розлива пива в бутылки: герметичность установки во избежание утечек диоксида углерода и окисления пива кислородом воздуха; создание изотермических и изобарических условий; обеспечение полноты налива и минимального боя бутылок.

Содержание диоксида углерода в пиве зависит от давления и тем-

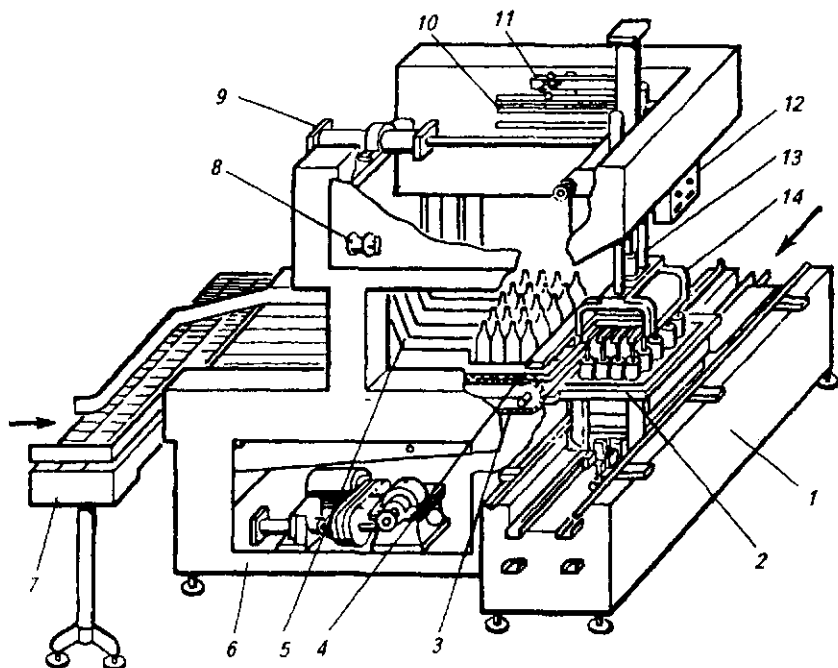


Рис. 4.27. Автомат для укладки бутылок в ящики:

1 — механизм перемещения ящиков; 2 — механизм центровки ящиков; 3 — стол для бутылок; 4 — упорная планка; 5 — направляющие бутылок; 6 — корпус; 7 — конвейер; 8 — электрооборудование; 9 — механизм перемещения головки; 10 — каретка; 11 — пневмооборудование; 12 — пульт управления; 13 — направляющая головка; 14 — головка с захватами

пературы. Для максимального сохранения связанного диоксида углерода в пиве при бутылочном розливе противодействие в них должно быть несколько выше давления насыщения пива газом. Например, при температуре $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении в пиве $0,04\text{ МПа}$ содержание CO_2 составляет 4 г/л . Наполняют бутылки при противодействии $0,06\text{...}0,07\text{ МПа}$.

Технология розлива пива в атмосфере CO_2 в отечественной практике следующая. До начала розлива напорный резервуар или кольцевые каналы машины наполняют водой и постепенно вытесняют ее диоксидом углерода под давлением $0,01\text{...}0,03\text{ МПа}$, после чего начинают розлив.

Однако надо отметить, что отечественные разливные аппараты уступают лучшим зарубежным автоматам, в которых используются более эффективные методы обеспечения стерильности и, следовательно, качества пива. Кроме того, зарубежные машины розлива более производительны и менее шумны.

4.5.4.6. РОЗЛИВ ПИВА В БАНКИ

Пивная банка состоит из цилиндрического корпуса с пропаянным продольным швом, вогнутого доньшка и конической крышки, которую после заполнения банки пивом соединяют с корпусом.

В цехе розлива на доньшко банки наносят дату, название завода и сорт пива. Затем маркированные банки направляют в моечную машину, где они ополаскиваются и перемещаются к разливному автомату. При розливе также создается противодействие.

После наполнения банки точным количеством диоксида углерода пиво должно вспениваться настолько, чтобы небольшое пространство над его поверхностью было заполнено пеной. Затем банка подается на закаточную машину. Иногда воздух из банки вытесняется диоксидом углерода уже в закаточной машине.

Закаточные машины обычно используют те же, что и в консервной промышленности. В основном эти машины работают по ротационному принципу. Сначала закатывается крышка на банке, затем при вращении банка укрепляется специальным механизмом. После этого банки с пивом подаются на пастеризатор. Потом они проходят через детектор, после чего поступают на взвешивание, неполные удаляются, а остальные подают на упаковку.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие процессы протекают при осветлении пива? 2. Как проводят фильтрацию пива через диатомит? 3. Как проводят сепарирование пива? 4. Зачем выдерживают осветленное пиво перед розливом? 5. В каких случаях карбонизируют пиво? 6. Как моют бочки, автоцистерны и бутылки перед розливом? 7. Какова схема розлива пива в бочки? 8. Как разливают пиво в бутылки? 9. Как разливают пиво в банки?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Расчет продуктов при производстве пива разных сортов

Расчет производят на 100 кг зернопродуктов, расходуемых для каждого наименования пива с последующим пересчетом полученных данных на 1 дал и на годовой выпуск продукции. В расчете учитывают экстрактивность и влажность зернопродуктов, производственные потери экстракта. Расчет ведут согласно производственной рецептуре. Выпуск продукции рассчитывают по работе моечно-разливочного цеха в течение года.

Для примера расчета примем: производительность пивоваренного завода 1,4 млн дал пива в год; ассортимент пива (в % к общему выпуску): Жигулевское 78 % — 1 092 000 дал, Московское 22 % — 308 000 дал. Количество несоложеного сырья, закладываемого на производство Жигулевского пива, — 24%. Другие условия даны в табл. 4.11 — 4.13.

4.11. Производственная программа

Сорт пива	Бутылки		Бочки		Пивовозы	
	%	дал	%	дал	%	дал
Жигулевское	50	546000	25	273000	25	273000
Московское	100	308000	—	—	—	—
Всего		854000		273000		273000

4.12. Характеристика сырья, используемого для производства пива

Сырье	Влажность, %	Экстрактивность на сухое вещество, %
Светлый солод	5,4	77,0
Ячменная мука	15,0	72,0
Рисовая крупа (сечка)	15,0	85,0
Сахар-сырец	0,4...0,8	96,5...98,0

4.13. Потери по стадиям производства

Потери	Сорт пива	
	Жигулевское	Московское
В варочном цехе экстракта в солодовой дробине P_v , % к массе зернопродуктов	2,6	2,8
В варочном цехе в хмелевой дробине на стадии осветления и охлаждения суслу $P_{ох}$, % к объему горячего суслу	6,0	6,0
В броильном цехе (от аппаратов броильных до дображивания) $P_{бр}$, % к объему холодного суслу	2,3	2,3
В цехе дображивания и фильтрования $P_{фр}$, % к объему молодого пива	2,35	2,7
При розливе $P_{роз}$, % к объему фильтрованного пива:		
в бутылки	2,0	2,0
в бочки	0,5	—
в пивовозы	0,33	—

1. Определение выхода экстракта в варочном цехе из 100 кг зернового сырья. Жигулевское пиво приготавливаем из 76% солода и 24% ячменной муки, т. е. 100 кг расходуемого сырья состоит из массы солода $Q_c = 76$ кг и массы ячменной муки $Q_{зм} = 24$ кг. Потери солода при полировке $P_n = 0,5\%$ к массе сырья.

Масса полированного солода, кг,

$$Q_{пс} = Q_c \frac{(100 - P_n)}{100};$$

$$Q_{пс} = \frac{76(100 - 0,5)}{100} = 75,62 \text{ кг.}$$

При влажности солода $W_c = 5,4\%$ и ячменной муки $W_{ям} = 15\%$ (см. табл. 4.12) масса сухих веществ, кг,
в солоде

$$Q_c^{CB} = \frac{Q_{пс}(100 - W_c)}{100};$$

$$Q_c^{CB} = \frac{75,62(100 - 5,4)}{100} = 71,54 \text{ кг};$$

в ячменной муке

$$Q_{ям}^{CB} = \frac{Q_{ям}(100 - W_{ям})}{100};$$

$$Q_{ям}^{CB} = \frac{24(100 - 15)}{100} = 20,40 \text{ кг}.$$

Экстрактивность солода $\mathcal{E} = 77\%$ и ячменной муки $\mathcal{E}_я = 72\%$ на сухое вещество (см. табл. 4.12).

Масса экстрактивных веществ, кг:

в солоде

$$Q_{эв}^c = \frac{Q_c^{CB} \cdot \mathcal{E}_c}{100};$$

$$Q_{эв}^c = \frac{71,54 \cdot 77}{100} = 55,09 \text{ кг};$$

в ячменной муке

$$Q_{эв}^{ям} = \frac{Q_{ям}^{CB} \cdot \mathcal{E}_я}{100};$$

$$Q_{эв}^{ям} = \frac{20,4 \cdot 72}{100} = 14,69 \text{ кг}.$$

Общая масса, кг,
сухих веществ

$$Q_{ом}^{CB} = Q_c^{CB} + Q_{ям}^{CB};$$

$$Q_{ом}^{CB} = 71,54 + 20,40 = 91,94 \text{ кг};$$

экстрактивных веществ

$$Q_{эв}^{ом} = Q_{эв}^c + Q_{эв}^{ям};$$

$$Q_{эв}^{ом} = 55,09 + 14,69 = 69,78 \text{ кг}.$$

Потери экстракта в дробине $P_з = 2,6\%$ к массе зернопродуктов (см. табл. 4.13), или масса сухих веществ, оставшихся в дробине, кг,

$$Q_{пз} = \frac{Q \cdot P_з}{100},$$

где Q — общая масса зернопродуктов, кг, $Q = 100$ кг.

$$Q_{пз} = \frac{100 \cdot 2,6}{100} = 2,6 \text{ кг}.$$

В сусло перейдет следующая масса экстрактивных веществ, кг,

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_c &= Q_{\text{эв}}^{\text{ом}} - Q_{\text{пэ}}; \\ \mathcal{E}_c &= 69,78 - 2,6 = 67,18 \text{ кг.}\end{aligned}$$

Масса сухих веществ, оставшихся в дробине, кг,

$$\begin{aligned}Q_{\text{др}}^{\text{св}} &= Q_{\text{ом}}^{\text{св}} - \mathcal{E}_c; \\ Q_{\text{др}}^{\text{св}} &= 91,94 - 67,18 = 24,76 \text{ кг.}\end{aligned}$$

Московское пиво готовим из 80% светлого солода и 20% рисовой крупы, следовательно, в 100 кг исходных зернопродуктов содержится светлого солода $Q_c = 80$ кг и рисовой крупы $Q_{\text{рк}} = 20$ кг, а $\Pi_n = 0,5\%$.

Масса полированного солода, кг,

$$\begin{aligned}Q_{\text{пс}} &= \frac{Q_c(100 - \Pi_n)}{100}; \\ Q_{\text{пс}} &= \frac{80(100 - 0,5)}{100} = 79,60 \text{ кг.}\end{aligned}$$

При влажности солода $W_c = 5,4\%$ и рисовой крупы $W_{\text{рк}} = 15\%$ (см. табл. 4.12) масса сухих веществ, кг:

в солоде

$$\begin{aligned}Q_c^{\text{св}} &= \frac{Q_{\text{пс}}(100 - W_c)}{100}; \\ Q_c^{\text{св}} &= \frac{79,60(100 - 5,4)}{100} = 75,30 \text{ кг;}\end{aligned}$$

в рисовой крупе

$$\begin{aligned}Q_{\text{рк}}^{\text{св}} &= \frac{Q_{\text{рк}}(100 - W_{\text{рк}})}{100}; \\ Q_{\text{рк}}^{\text{св}} &= \frac{20(100 - 15)}{100} = 17 \text{ кг.}\end{aligned}$$

Экстрактивность солода $\mathcal{E}_c = 77\%$ и рисовой крупы $\mathcal{E}_{\text{рк}} = 85\%$ на сухое вещество (см. табл. 4.12).

Масса экстрактивных веществ, кг,
в солоде

$$\begin{aligned}Q_{\text{эв}}^c &= \frac{Q_c^{\text{св}} \cdot \mathcal{E}_c}{100}; \\ Q_{\text{эв}}^c &= \frac{75,30 \cdot 77}{100} = 57,98 \text{ кг;}\end{aligned}$$

в рисовой крупе

$$Q_{\text{эв}}^{\text{рк}} = \frac{Q_{\text{рк}}^{\text{св}} \cdot \mathcal{E}_{\text{рк}}}{100};$$

$$Q_{\text{эв}}^{\text{рк}} = \frac{17,85}{100} = 14,45 \text{ кг.}$$

Общая масса, кг,
сухих веществ

$$Q_{\text{ом}}^{\text{св}} = Q_{\text{с}}^{\text{св}} + Q_{\text{рк}}^{\text{св}},$$

$$Q_{\text{ом}}^{\text{св}} = 75,30 + 17,0 = 92,30 \text{ кг.}$$

экстрактивных веществ

$$Q_{\text{эв}}^{\text{ом}} = Q_{\text{эв}}^{\text{с}} + Q_{\text{эв}}^{\text{рк}},$$

$$Q_{\text{эв}}^{\text{ом}} = 57,98 + 14,45 = 72,43 \text{ кг.}$$

Потери экстракта в дробине $P_3 = 2,8\%$ к массе зернопродуктов (см. табл. 4.13), или масса сухих веществ $Q_{\text{пз}}$, остающихся в дробине, кг,

$$Q_{\text{пз}} = \frac{Q \cdot P_3}{100};$$

$$Q_{\text{пз}} = \frac{100 \cdot 2,8}{100} = 2,8 \text{ кг.}$$

В сусло перейдет масса экстрактивных веществ, кг,

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = Q_{\text{эв}}^{\text{ом}} - Q_{\text{пз}};$$

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = 72,43 - 2,8 = 69,63 \text{ кг.}$$

Масса сухих веществ, остающихся в дробине, кг,

$$Q_{\text{др}}^{\text{св}} = Q_{\text{ом}}^{\text{св}} - \mathcal{E}_{\text{с}};$$

$$Q_{\text{др}}^{\text{св}} = 92,30 - 69,63 = 22,67 \text{ кг.}$$

2. Определение количества промежуточных продуктов.

2.1. *Горячее сусло.* Согласно расчету в сусло переходит следующая масса экстрактивных веществ (в кг): Жигулевское 67,18; Московское 69,63.

Масса сусла, кг,

$$Q_{\text{с}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{с}} \cdot 100}{e},$$

где $Q_{\text{с}}$ — масса горячего сусла, кг; e — массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %.

Объем сусла при 20 °C, дал,

$$V_{\text{с}} = \frac{Q_{\text{с}}}{d \cdot 10},$$

где $V_{\text{с}}$ — количество горячего сусла, дал; d — относительная плотность сусла при 20 °C; 10 — коэффициент перевода из л в дал.

Для Жигулевского пива

$$Q_c^{\text{Ж}} = \frac{67,18 \cdot 100}{11} = 610,72 \text{ кг};$$
$$V_c^{\text{Ж}} = \frac{610,72}{1,0442 \cdot 10} = 58,487 \text{ дал.}$$

Для Московского пива

$$Q_c^{\text{М}} = \frac{69,63 \cdot 100}{13} = 535,62 \text{ кг};$$
$$V_c^{\text{М}} = \frac{535,62}{1,0526 \cdot 10} = 50,885 \text{ дал.}$$

Коэффициент объемного расширения при нагревании суслу до 100 °С равен 1,04. С учетом этого коэффициента объем горячего суслу для пива, дал,

$$\text{Жигулевского } 58,487 \cdot 1,04 = 60,826 \text{ дал};$$
$$\text{Московского } 50,885 \cdot 1,04 = 52,920 \text{ дал.}$$

2.2. *Холодное суло.* Объем холодного суслу, дал,

$$V_{\text{хс}} = \frac{V_{\text{гс}}(100 - P_{\text{ох}})}{100},$$

где $P_{\text{ох}}$ — потери суслу в хмелевой дробине на стадии осветления и охлаждения, %.

Потери $P_{\text{ох}} = 6,0$ % (см. табл. 4.13).

Объем холодного суслу для пива:

$$\text{Жигулевского } V_{\text{хс}}^{\text{Ж}} = \frac{60,826 \cdot (100 - 6)}{100} = 57,176 \text{ дал};$$

$$\text{Московского } V_{\text{хс}}^{\text{М}} = \frac{52,920 \cdot (100 - 6)}{100} = 49,745 \text{ дал.}$$

2.3. *Молодое пиво.* Объем молодого пива при сбраживании периодическим способом, дал,

$$V_{\text{мп}} = \frac{V_{\text{хс}}(100 - P_{\text{бр}})}{100},$$

где $P_{\text{бр}}$ — потери в бродительном цехе, %, $P_{\text{бр}} = 2,3$ % (см. табл. 4.13).

Объем молодого пива для сорта пива:

$$\text{Жигулевского } V_{\text{мп}}^{\text{Ж}} = \frac{57,176 \cdot (100 - 2,3)}{100} = 55,861 \text{ дал};$$

$$\text{Московского } V_{\text{мп}}^{\text{М}} = \frac{49,745 \cdot (100 - 2,3)}{100} = 48,601 \text{ дал.}$$

2.4. *Фильтрованное пиво.* Объем фильтрованного пива, дал,

$$V_{\text{фп}} = \frac{V_{\text{мп}}(100 - P_{\text{дф}})}{100},$$

где $P_{\text{дф}}$ — потери в цехе дображивания и фильтрования, %.

Для Жигулевского пива $P_{дф}^Ж = 2,35$ %, для Московского пива $P_{дф} = 2,7$ (см. табл. 4.13).

Объем фильтрованного пива составит для пива:

$$\text{Жигулевского } V_{фп}^Ж = \frac{55,861(100-2,35)}{100} = 54,548 \text{ дал};$$

$$\text{Московского } V_{фп}^М = \frac{48,601(100-2,7)}{100} = 47,289 \text{ дал.}$$

2.5. *Готовое пиво.* Объем готового пива, дал,

$$V_{гот} = \frac{V_{фп}(100-P_{роз})}{100},$$

где $P_{роз}$ — потери при розливе, %.

$P_{роз}^{бут} = 2,0\%$ при розливе в бутылки; $P_{роз}^{боч} = 0,5\%$ при розливе в бочки; $P_{роз}^{пв} = 0,33\%$ при розливе в пивовозы (см. табл. 4.13).

Производственная программа предусматривает, что 50% Жигулевского пива будет разливаться в бутылки, 25% — в бочки и 25% — в пивовозы. Потери в среднем составят для пива:

$$\text{Жигулевского } P_{роз}^Ж = \frac{(2,50+0,5 \cdot 25+0,33 \cdot 25)}{100} = 1,21\%.$$

$$\text{Московского } P_{роз}^М = \frac{2 \cdot 100}{100} = 2\%.$$

Объем готового пива составит для пива:

$$\text{Жигулевского } V_{гот}^Ж = \frac{54,548(100-1,21)}{100} = 53,888 \text{ дал};$$

$$\text{Московского } V_{гот}^М = \frac{47,289(100-2,0)}{100} = 46,343 \text{ дал.}$$

2.6. *Общие видимые потери по жидкой фазе.* Общие видимые потери, дал,

$$P_{вид} = V_c - V_{гот},$$

где V_c и $V_{гот}$ — объемы горячего сусла и готового пива, дал.

Общие видимые потери составят для пива:

$$\text{Жигулевского } P_{вид}^Ж = 60,826 - 53,888 = 6,938 \text{ дал};$$

$$\text{Московского } P_{вид}^М = 52,920 - 46,343 = 6,577 \text{ дал.}$$

Общие видимые потери, %,

$$P'_{вид} = \frac{P_{вид} \cdot 100}{V_c}.$$

Общие видимые потери для пива:

$$\text{Жигулевского } P'_{вид}^Ж = \frac{6,938 \cdot 100}{60,826} = 11,41\%;$$

$$\text{Московского } P_{\text{вид}}^M = \frac{6,577 \cdot 100}{52,920} = 12,43\%.$$

3. Определение расхода хмеля, ферментных препаратов и молочной кислоты. 3.1. Расход хмеля. При расчете расхода хмеля исходят из норм горьких веществ хмеля Γ_x на 1 дал горячего сусла, которые для Жигулевского пива составляют 0,68...0,85 г/дал, Московского — 1,20...1,50 г/дал.

Расход прессованного хмеля H в г/дал горячего сусла и в г/дал пива рассчитывают по формулам (4.4) и (4.5), приведенным на с. 199, 200.

Расход прессованного хмеля на 1 дал Жигулевского $H_2^{\text{Ж}}$ и Московского $H_2^{\text{М}}$ пива определяем, если $\Gamma_x^{\text{Ж}}=0,68$ г; $\Gamma_x^{\text{М}}=1,2$ г; $W=12\%$; $d=3,0\%$ α -кислот; $P_{\text{вид}}^{\text{Ж}}=11,41\%$; $P_{\text{вид}}^{\text{М}}=12,43\%$.

$$H_2^{\text{Ж}} = \frac{\Gamma_x^{\text{Ж}} \cdot 10^6}{(d+1)(100-W)(100-P)}$$

$$H_2^{\text{Ж}} = \frac{0,68 \cdot 10^6}{(3+1)(100-12)(100-11,41)} = 21,8 \text{ г};$$

$$H_2^{\text{М}} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{(3+1)(100-12)(100-12,43)} = 39,2 \text{ г}.$$

Расход прессованного хмеля (в г на 100 кг зернопродуктов) для пива:

$$\text{Жигулевского } H_{2 \text{ зер}}^{\text{Ж}} = H_2^{\text{Ж}} \cdot V_{\text{гор}}^{\text{Ж}};$$

$$H_{2 \text{ зер}}^{\text{Ж}} = 21,8 \cdot 53,888 = 1174,7 \text{ г};$$

$$V_{\text{гор}}^{\text{Ж}} = 1,175 \text{ кг};$$

$$\text{Московского } H_{2 \text{ зер}}^{\text{М}} = H_2^{\text{М}} \cdot V_{\text{гор}}^{\text{М}};$$

$$H_{2 \text{ зер}}^{\text{М}} = 39,2 \cdot 46,343 = 1816,6 \text{ г};$$

$$H_{2 \text{ зер}}^{\text{М}} = 1,817 \text{ кг}.$$

3.2. Расход ферментных препаратов. Для пива Жигулевского зависит от количества используемой ячменной муки (табл. 4.14).

4.14. Расход ферментного препарата, % к массе сырья

Масса ячменной муки, % к массе сырья (солод + ячмень)	МЭК-1	МЭК-2	Амилосубтилин Г10х	Цитоземиин Пх	Цитоземиин П10х
15	0	0	0	0	0
18	0,001	0,001	0,003	0,10	0,0062
20	0,002	0,0015	0,005	0,17	0,0106

Масса ячменной муки, % к массе сырья (солод + ячмень)	МЭК-1	МЭК-2	Амило-субтилин Г10х	Цито-роземин Пх	Цито-роземин П10х
23	0,003	0,0025	0,007	0,24	0,015
25	0,004	0,0035	0,008	0,29	0,0181
28	0,0048	0,0045	0,009	0,36	0,0225
30	0,005	0,005	0,010	0,40	0,025
33	0,008	0,0075	0,014	0,55	0,0343
35	0,010	0,009	0,016	0,65	0,0406
38	0,013	0,0115	0,018	0,78	0,0487
40	0,015	0,013	0,020	0,85	0,0531
42	0,017	0,0155	0,023	0,90	0,0562
45	0,020	0,019	0,025	1,00	0,0625
50	0,025	0,025	0,030	1,20	0,0750

Рекомендуемые нормы уточняют в зависимости от фактической активности препарата.

В примере предусмотрено при производстве Жигулевского пива использовать ячменную муку в количестве 24%. Согласно табл. 4.14 на 100 кг зернопродуктов расход ферментного препарата МЭК-1 составит 0,004 кг.

3.3. Расход молочной кислоты. Для подкисления затора расходуется 100%-ная молочная кислота в количестве 0,08 кг на 100 кг сырья.

4. Определение количества отходов. 4.1. Солодовая дробина. Количество солодовой дробины влажностью 80% определяют умножением количества сухих веществ $Q_{др}^{CB}$, остающихся в дробине, на коэффициент

$$\frac{100}{(100-80)} = 5.$$

Количество солодовой дробины, образующейся при варке сусла из 100 кг зернового сырья, кг,

$$Q_{с.д} = Q_{др}^{CB} \cdot 5.$$

Количество солодовой дробины влажностью 88% в расчете на 100 кг зернопродуктов согласно нормам образуется при варке пива: Жигулевского — 201,4 кг, Московского — 189,2 кг.

4.2. Хмелевая дробина. Количество безводной хмелевой дробины составляет 60% от массы задаваемого хмеля, дробины влажностью 80% получается в 5 раз больше.

Количество влажной дробины, образующейся при варке сусла, кг,

$$Q_{\text{хл}} = \frac{H_2 \cdot P_{\text{хл}} \cdot 5}{100},$$

где $Q_{\text{хл}}$ — количество влажной хмелевой дробины, образующейся при производстве 1 дал пива, кг; $P_{\text{хл}}$ — выход безводной хмелевой дробины, %.

Количество хмелевой дробины влажностью 85% в расчете на 100 кг зернопродуктов согласно нормам образуется при варке пива: Жигулевского — 4,9 кг, Московского — 6,6 кг.

4.3. *Шлам сепараторный.* Из 100 кг зернопродуктов получается 1,75 кг шлама влажностью 80%.

4.4. *Отстой в танках дображивания.* Количество отстоя при выдержке Жигулевского пива получается 1,71 л, Московского — 1,33 л на 100 кг зернопродуктов.

4.5. *Дрожжи избыточные.* При брожении сусла по периодическому способу получается 0,8 л избыточных дрожжей влажностью 88% на 10 дал сбраживаемого сусла.

Количество избыточных дрожжей на 100 кг зернопродуктов, л,

$$Q_{\text{др}} = \frac{V_{\text{хс}} \cdot 0,8}{10},$$

где $V_{\text{хс}}$ — объем холодного сусла, дал.

Для Жигулевского пива

$$Q_{\text{др}}^{\text{Ж}} = \frac{57,176 \cdot 0,8}{10} = 4,57 \text{ л};$$

для Московского пива

$$Q_{\text{др}}^{\text{М}} = \frac{49,745 \cdot 0,8}{10} = 3,98 \text{ л}.$$

4.6. *Диоксид углерода.* На 1 дал готового пива при главном брожении выделяется 150 г диоксида углерода, который может утилизироваться.

Годовое количество диоксида углерода, образующееся при сбраживании сусла, кг,

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,15 V_{\text{гот}}^{\text{год}},$$

где $V_{\text{гот}}^{\text{год}}$ — объем готового пива за год, дал.

4.7. *Исправимый брак.* Из цеха розлива исправимый брак пива составляет 2% по всем сортам пива.

Годовой объем исправимого брака, дал,

$$V_{\text{иб}} = 0,02 V_{\text{гот}}^{\text{год}}.$$

В табл. 4.15 приведены данные, полученные при расчете на 100 кг зернового сырья. При расчете на 1 дал пива количество каждого продукта делят на количество готового пива, которое получается из 100 кг зернового сырья.

4.15. Сводная таблица расчетов расхода сырья, получения промежуточных продуктов и отходов при производстве пива

Продукты	Жигулевское			Московское			На годовую выработку — 1,4 млн дал
	на 100 кг зернового сырья	на 1 дал пива	на 1 092 000 дал	на 100 кг зернового сырья	на 1 дал пива	на 308 000 дал	
<i>Зерновое сырье, кг</i>							
Светлый солод	76	1,41	1539720	80	1,73	532840	2072560
Ячменная мука	24	0,45	491400	—	—	—	491400
Рисовая сечка	—	—	—	20	0,43	132440	132440
В с е г о	100	1,86	2031120	100	2,16	665280	2696400
<i>Другие виды сырья, кг</i>							
Хмель	1,18	0,022	24024	1,82	0,039	12012	36036
Ферментные препараты	0,004	0,00007	76,44	—	—	—	76,44
Молочная кислота (100%-ная)	0,08	0,0015	1638	—	—	—	1638
<i>Промежуточные продукты, дал</i>							
Горячее сусло	60,826	1,129	1232868	52,920	1,142	351736	1584604
Холодное сусло	57,176	1,061	1158612	49,745	1,073	330484	1489096
Молодое пиво	55,861	1,037	1132404	48,601	1,049	323092	1455496
Дрожжи семенные, л	—	0,053	57876	—	0,054	16632	74508
Фильтрованное пиво	54,548	1,012	1105104	47,289	1,020	314160	1419264
Готовое пиво	53,888	1,000	1092000	46,343	1,000	308000	1400000
<i>Отходы, кг</i>							
Пивная дробина	201,4	3,74	4084080	189,2	4,08	1256640	5340720
Шлам сепараторный	1,75	0,032	34944	1,75	0,038	11704	46648
Диоксид углерода	—	0,15	163800	—	0,15	46200	210000
<i>Отходы, л</i>							
Хмелевая дробина	4,9	0,091	99372	6,6	0,143	44044	143416
Избыточные дрожжи	4,57	0,085	92820	3,98	0,086	26488	119308
Отстой в аппаратах дображивания	1,71	0,032	34944	1,33	0,029	8932	43876

Расчет площади склада бутылок для хранения готовой продукции

1. Расчет площади склада для хранения новых бутылок. Площадь склада новых бутылок, м²,

$$S_H = \frac{V_{\text{бут}} \cdot Q_{\text{уб}} \cdot K_{\text{пр}}}{11,3 \cdot 100 \cdot n}, \quad (4.25)$$

где $V_{\text{бут}}$ — объем годового выпуска бутылочного пива, дал; $Q_{\text{уб}}$ — убыль бутылок в течение месяца, %; $K_{\text{пр}}$ — коэффициент, учитывающий свободную площадь в складе для проходов и проезда штабелеукладчика; 11,3 — число рабочих месяцев завода в году; n — количество ящиков, складываемых на 1 м² площади склада.

Пример 1. Рассчитать площадь склада для хранения новых бутылок, если годовой выпуск бутылочного пива составляет 854 000 дал. На складе восполняется убыль бутылок, равная 8,09% месячного выпуска продукции (табл. 4.16). При штабелировании ящиков в три яруса на 1 м² размещается 75 шт. ($n=75$ шт/м²); $K_{\text{пр}}=1,5$.

S_H определяем по формуле (4.25):

$$S_H = \frac{854\,000 \cdot 8,09 \cdot 1,5}{11,3 \cdot 75 \cdot 100} = 122,2 \text{ м}^2.$$

4.16. Потери бутылок в производстве

Потери	Норма потерь, %	По отношению к какому количеству бутылок
Бой:		
при производстве	2...2,45	К поступившим в производство
при пастеризации	2,2	К поступившим в пастеризаторы
при хранении в цехах готовой продукции	0,1	К принятым + отпущенным, де- ленным на 2
при хранении в посудных цехах	0,6	К принятым + отпущенным, де- ленным на 2
Оседание бутылок у населения:		
в городе	4	К объему выпуска готовой про- дукции
в сельской местности	9	То же
Возврат оборотных бутылок на предприятия (96 %)	8,09	К месячному объему выпуска продукции

2. Расчет склада для хранения оборотных бутылок. Площадь склада оборотных бутылок, м²,

$$S_{\text{об}} = \frac{V_{\text{бут}} \cdot K_{\text{зан}} \cdot K_6 \cdot K_{\text{пр}}}{238 \cdot n}, \quad (4.26)$$

где $V_{\text{бут}}$ — объем годового выпуска бутылочного пива, дал; $K_{\text{зан}}$ — количество суток, на которые делается запас оборотных бутылок при мойке и розливе; $K_{\text{зан}}=2$ сут; K_6 — коэффициент, учитывающий брак и бой бутылок в складе посуды, при мойке и розливе, складе готовой продукции,

$$K_6 = 1 + \frac{(0,6+2,45+0,1)}{100} = 1,032 \text{ (см. табл. 4.16);}$$

238 — число дней работы цеха розлива в году; n — количество ящиков, складываемых на 1 м² площади склада.

Пример 2. Определить необходимую площадь склада хранения оборотных бутылок при условиях: объем годового выпуска бутылочного пива составляет 854 000 дал; $K_{зал}=2$; $K_{пр}=1,5$; $K_6=1,032$; $n=75$ шт/м².

$S_{об}$ определяем по формуле (4.26):

$$S_{об} = \frac{854\,000 \cdot 2 \cdot 1,032 \cdot 1,5}{238 \cdot 75} = 148,1 \text{ м}^2.$$

3. Расчет склада готовой продукции. Площадь склада для хранения готовой продукции, м²,

$$S_{хр} = \frac{V_{бут} \cdot K_{хр} \cdot K_{зал} \cdot K_{пр}}{238 \cdot n}, \quad (4.27)$$

где $K_{хр}$ — коэффициент, учитывающий бой и брак на складе готовой продукции.

Определяют так же, как и площадь для хранения оборотных бутылок, только предусматривается, что ящики укладываются в два яруса по 50 ящиков на 1 м² площади ($n=50$ шт/м²).

Пример 3. Вычислить площадь склада для хранения готовой продукции, если годового выпуск бутылочного пива составляет 854 000 дал; $K_{зал}=2$; $K_{пр}=1,5$; $n=50$ шт/м²; $K_{хр}=1,001$.

$S_{хр}$ определяем по формуле (4.27):

$$S_{хр} = \frac{854\,000 \cdot 1,001 \cdot 2 \cdot 1,5}{238 \cdot 50} = 215,5 \text{ м}^2.$$

4. Подбор линии розлива пива. Для выбора линии розлива необходимо определить ее производительность, бутылок в час,

$$Q_{роз} = \frac{V_{бут} \cdot 20 K_{роз}}{238 \cdot \tau_ч \cdot K_{исп} \cdot \tau_{сут}}, \quad (4.28)$$

где $V_{бут}$ — объем годового выпуска бутылочного пива, дал; 20 — количество бутылок по 0,5 л в 1 дал; $K_{роз}$ — коэффициент, учитывающий потери пива при розливе; $\tau_ч$ — количество часов в смену; $K_{исп}$ — коэффициент использования оборудования; $\tau_{сут}$ — количество смен в сутки.

Пример 4. Подобрать автоматическую линию розлива для завода с объемом годового выпуска бутылочного пива 854 000 дал; $K_{роз}=2,0\%$; $K_{исп}=0,9$; $\tau_ч=7$ ч; $\tau_{сут}=2$.

$Q_{роз}$ определяем по формуле (4.28):

$$Q_{роз} = \frac{854\,000 \cdot 20 \cdot 2,0}{238 \cdot 7 \cdot 0,9 \cdot 2} = 11\,391 \text{ бут/ч.}$$

Согласно найденной часовой производительности к размещению в цехе розлива принимаем одну автоматическую линию производительностью 12 000 бут/ч.

4.6. ГОТОВОЕ ПИВО И ЕГО КАЧЕСТВО

4.6.1. СОРТА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИВА

Отечественные заводы выпускают светлые и темные сорта пива. Светлое пиво имеет светло-желтую окраску различных оттенков, темное — коричневую. Особенно известны следующие наименова-

ния сортов пива: светлое — Освежающее, Жигулевское, Рижское, Московское, Ленинградское, Ячменный колос, Российское, Славянское, Столичное; темное — Бархатное, Украинское, Мартовское, Портер, Тверское темное. По стандарту светлые и темные сорта пива могут выпускаться также высокого качества, т. е. имеют более высокое содержание массовой доли спирта, диоксида углерода и более длительный срок хранения. Разрешено выпускать пиво с фирменным наименованием по документации, утвержденной местными органами управления.

Допускается также подразделять пиво в зависимости от массовой доли сухих веществ в начальном сусле на следующие группы: светлое — 8; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19 и 20% и темное 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20 и 21%.

В готовом пиве содержится в среднем (в %): остаточный экстракт 3...10, спирт 1,8...7, диоксид углерода 0,30...0,40 и вода 90...92.

Экстрактивные вещества пива. Их состав (в среднем в %): углеводы 75...80, белок 6...9, глицерин 3...5, минеральные вещества 3...4, горькие, дубильные и красящие вещества 2...3, органические кислоты 0,7...1, а также незначительное количество витаминов.

Углеводы как главная составная часть экстрактивных веществ состоят из 60...75% декстринов, 20...30% моносахаридов и олигосахаридов, 6...8% пентозанов.

Азотные соединения влияют на вкус, пенообразование и физико-химическую стабильность пива. Азотистые вещества состоят из 20...30% высоко-, 40...50% средне- и 20...30% низкомолекулярных соединений. В пиве, приготовленном с использованием несоложенных материалов, содержание всех азотных фракций ниже, а именно пропорционально доле используемого несоложенного материала. Содержание азота в пиве можно уменьшить при помощи адсорбентов.

Глицерин — побочный продукт брожения, содержится в количестве от 1200 до 1600 мг/л пива.

Минеральные вещества составляют 3...4% от всех экстрактивных веществ пива. Они состоят примерно на $\frac{1}{3}$ из фосфатов, а также из хлоридов и силикатов. Из катионов больше всего присутствуют калий, натрий, фосфаты, а кальций и магний содержатся в очень незначительных количествах.

Полифенольные вещества на $\frac{2}{3}$ поступают в экстрактивные вещества пива из солода и на $\frac{1}{3}$ из хмеля. Их количество примерно 150 мг/л; конденсируемые дубильные вещества представлены антоцианогенами — 50...70 мг/л, катехинами — 10...12, группой таннидов — 10...40 мг/л.

Содержание горьких веществ в зависимости от типа пива колеблется в широких пределах — от 15 до 50 мг/л. Неизомеризованные α -кислоты составляют 1...4 мг/л, гулупоны — 1...3 мг/л, основная часть — это изо- α -кислоты.

Из органических кислот, количество которых может достигать до 300...400 мг/л, встречаются пировиноградная, лимонная, яблочная, молочная кислоты.

Экстрактивные вещества пива содержат очень небольшие количества тиамина (витамина В₁) и биотина (витамина Н) и значительные количества рибофлавина (витамина В₂), пиридоксина (В₆), никотиновой и пантотеновой кислот.

Летучие составные части. К ним относятся высшие спирты, эфиры, альдегиды, летучие органические кислоты.

Количество высших спиртов от 50 до 120 мг/л, летучих органических кислот (в мг/л): уксусная кислота 100...150, муравьиная кислота 15...20. Эфиров содержится 20...70, альдегидов (ацетальдегид) 5...10 мг/л. Совокупный диацетил (диацетил и 2-ацетолактат) содержится, по зарубежным данным, в количестве менее 0,10 мг/л, ацетоин менее 3,0 мг/л. В отечественном пиве диацетила до 1 мг/л.

Диоксид углерода оказывает большое влияние на вкус, пенообразовательную способность пива. Его содержание составляет от 0,30 до 0,40 % мас. Бочковое пиво характеризуется в большинстве случаев более низким показателем количества диоксида углерода.

Присутствие воздуха и кислорода оказывает нежелательное воздействие на биологическую, физико-химическую и вкусовую устойчивость пива. Чтобы предотвратить эти нежелательные явления, совокупное содержание кислорода в пиве (растворенного кислорода и воздуха в верхней части бутылки) должно составлять 0,8 мг/л.

Большая часть экстрактивных веществ пива находится в коллоидном состоянии: это декстрины, белковые и полифенольные вещества, хмелевые смолы. Вкус, запах, пенность, стойкость в значительной степени зависят от размера и состава отдельных коллоидных агрегатов, представляющих собой молекулы, несущие на себе электрические заряды. В виде отдельных ионов находятся в пиве минеральные соли и органические кислоты. Адсорбируясь на поверхности коллоидных молекул, они создают сложные комплексы, которые вследствие изменения электрического заряда могут находиться или в стабильном состоянии, или выделяться из пива. В Жигулевском пиве их находится 15...20 г/л, в Рижском 25...30, Московском 30...35 г/л. Концентрация водородных ионов (рН) составляет в среднем 4,3...4,6. Показатель рН устанавливается во время брожения и благодаря присутствующим буферным веществам больше не изменяется.

Показатель γH_2 , увеличившийся в процессе брожения в результате поглощения кислорода до 9...11, далее повышается вследствие поступления в пиво воздуха во время розлива до 13...15. При температуре $-2,3^\circ\text{C}$ замерзает 12%-ное пиво, а при $-3,0^\circ\text{C}$ — 16%-ное. Вязкость пива в среднем 1,5...1,75 МПа·с/м², а энергетическая ценность 37...67 ккал в 100 г пива, обусловлена спиртом и углеводами.

В заключение следует сказать, что пиво обладает целым рядом свойств, имеющих большое значение с точки зрения физиологии питания.

4.6.2. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПИВА

Качество пива характеризуют следующими показателями: вкус, запах, цвет, прозрачность, пенистость и стойкость пены.

Вкус пива. Он должен соответствовать данному сорту пива и оставаться по возможности неизменным при длительном хранении. Вкус пива оценивают по различным ощущениям, возникающим во вкусовых органах при дегустации в виде краткой последовательности отдельных ощущений, переходящих одно в другое, а затем затухающих с меньшей или большей скоростью. В образовании собственно вкусового ощущения непосредственно участвует также и обоняние. В общих чертах различаются три вкусовых впечатления: первое — при пригубливании, второе — свежести и третье — послевкусие, причем общая картина этих отдельных вкусовых впечатлений должна быть уравновешенной (гармоничной). Интенсивность вкусового ощущения зависит от температуры пива (чем холоднее пиво, тем меньше интенсивность ощущения), от содержания в нем диоксида углерода и от личной предрасположенности дегустатора.

Различают четыре вида ощущений вкуса: сладкий, кислый, горький, соленый. Эти ощущения возникают в результате раздражения определенными веществами только соответствующих им вкусовых сосочков языка. При этом различные области языка и ротовой полости проявляют неодинаковую чувствительность к действию таких веществ: на кончике языка лучше всего воспринимаются ощущения сладкого, на его корне — горького, на краях — кислого вкуса.

Первичный вкусовой компонент пива — сладость, которая ощущается благодаря наличию несброженных сахаров и декстринов.

Кислый вкус обусловлен растворами кислот. У минеральных кислот кислотность пропорциональна концентрации ионов водорода, у органических — этот результат выражен менее ярко. Кислый вкус пива зависит от его рН. Присутствие в пиве продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, таких как молочнокислые или уксуснокислые бактерии, приводит к понижению рН и повышению ощущения кислого вкуса.

Соленый вкус имеет пиво, приготовленное на воде, содержащей хлорид натрия в предельной концентрации (см. раздел 2.4).

Горький вкус пива вызван в основном горькими веществами хмеля, а также дубильными веществами как хмеля, так и оболочки солода и несоложенных злаков и, кроме того, некоторыми эфирами и минеральными солями, например магниевыми.

Из органических кислот, количество которых может достигать до 300...400 мг/л, встречаются пировиноградная, лимонная, яблочная, молочная кислоты.

Экстрактивные вещества пива содержат очень небольшие количества тиамин (витамина В₁) и биотин (витамина Н) и значительные количества рибофлавина (витамина В₂), пиридоксина (В₆), никотиновой и пантотеновой кислот.

Летучие составные части. К ним относятся высшие спирты, эфиры, альдегиды, летучие органические кислоты.

Количество высших спиртов от 50 до 120 мг/л, летучих органических кислот (в мг/л): уксусная кислота 100...150, муравьиная кислота 15...20. Эфиров содержится 20...70, альдегидов (ацетальдегид) 5...10 мг/л. Совокупный диацетил (диацетил и 2-ацетолактат) содержится, по зарубежным данным, в количестве менее 0,10 мг/л, ацетоин менее 3,0 мг/л. В отечественном пиве диацетила до 1 мг/л.

Диоксид углерода оказывает большое влияние на вкус, пенообразовательную способность пива. Его содержание составляет от 0,30 до 0,40 % мас. Бочковое пиво характеризуется в большинстве случаев более низким показателем количества диоксида углерода.

Присутствие воздуха и кислорода оказывает нежелательное воздействие на биологическую, физико-химическую и вкусовую устойчивость пива. Чтобы предотвратить эти нежелательные явления, совокупное содержание кислорода в пиве (растворенного кислорода и воздуха в верхней части бутылки) должно составлять 0,8 мг/л.

Большая часть экстрактивных веществ пива находится в коллоидном состоянии: это декстрины, белковые и полифенольные вещества, хмелевые смолы. Вкус, запах, пенность, стойкость в значительной степени зависят от размера и состава отдельных коллоидных агрегатов, представляющих собой молекулы, несущие на себе электрические заряды. В виде отдельных ионов находятся в пиве минеральные соли и органические кислоты. Адсорбируясь на поверхности коллоидных молекул, они создают сложные комплексы, которые вследствие изменения электрического заряда могут находиться или в стабильном состоянии, или выделяться из пива. В Жигулевском пиве их находится 15...20 г/л, в Рижском 25...30, Московском 30...35 г/л. Концентрация водородных ионов (рН) составляет в среднем 4,3...4,6. Показатель рН устанавливается во время брожения и благодаря присутствующим буферным веществам больше не изменяется.

Показатель гН₂, увеличившийся в процессе брожения в результате поглощения кислорода до 9...11, далее повышается вследствие поступления в пиво воздуха во время розлива до 13...15. При температуре -2,3 °С замерзает 12%-ное пиво, а при -3,0 °С — 16%-ное. Вязкость пива в среднем 1,5...1,75 МПа·с/м², а энергетическая ценность 37...67 ккал в 100 г пива, обусловлена спиртом и углеводами.

В заключение следует сказать, что пиво обладает целым рядом свойств, имеющих большое значение с точки зрения физиологии питания.

4.6.2. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПИВА

Качество пива характеризуют следующими показателями: вкус, запах, цвет, прозрачность, пенистость и стойкость пены.

Вкус пива. Он должен соответствовать данному сорту пива и оставаться по возможности неизменным при длительном хранении. Вкус пива оценивают по различным ощущениям, возникающим во вкусовых органах при дегустации в виде краткой последовательности отдельных ощущений, переходящих одно в другое, а затем затухающих с меньшей или большей скоростью. В образовании собственно вкусового ощущения непосредственно участвует также и обоняние. В общих чертах различаются три вкусовых впечатления: первое — при пригубливании, второе — свежести и третье — послевкусие, причем общая картина этих отдельных вкусовых впечатлений должна быть уравновешенной (гармоничной). Интенсивность вкусового ощущения зависит от температуры пива (чем холоднее пиво, тем меньше интенсивность ощущения), от содержания в нем диоксида углерода и от личной предрасположенности дегустатора.

Различают четыре вида ощущений вкуса: сладкий, кислый, горький, соленый. Эти ощущения возникают в результате раздражения определенными веществами только соответствующих им вкусовых сосочков языка. При этом различные области языка и ротовой полости проявляют неодинаковую чувствительность к действию таких веществ: на кончике языка лучше всего воспринимаются ощущения сладкого, на его корне — горького, на краях — кислого вкуса.

Первичный вкусовой компонент пива — сладость, которая ощущается благодаря наличию несброженных сахаров и декстринов.

Кислый вкус обусловлен растворами кислот. У минеральных кислот кислотность пропорциональна концентрации ионов водорода, у органических — этот результат выражен менее ярко. Кислый вкус пива зависит от его рН. Присутствие в пиве продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, таких как молочнокислые или уксуснокислые бактерии, приводит к понижению рН и повышению ощущения кислого вкуса.

Соленый вкус имеет пиво, приготовленное на воде, содержащей хлорид натрия в предельной концентрации (см. раздел 2.4).

Горький вкус пива вызван в основном горькими веществами хмеля, а также дубильными веществами как хмеля, так и оболочки солода и несоложенных злаков и, кроме того, некоторыми эфирами и минеральными солями, например магниевыми.

Адсорбция горьких веществ на поверхности белковых агрегатов играет большую роль в изменении горечи пива. Тонкодиспергированные агрегаты белка, адсорбируя на своей поверхности хмелевые вещества, усиливают горечь пива, и наоборот, крупные частицы, обладающие значительно меньшей поверхностью и адсорбционной способностью, уменьшают горечь.

Полноценное пиво должно обладать полнотой вкуса. Это свойство зависит от веществ пива, особенно белков и горьких веществ, находящихся в состоянии коллоидной эмульсии и обладающих способностью сильного распространения на вкусовых сосочках языка. Поэтому они вызывают ощущение полноты вкуса. Созданию такого ощущения во многом способствует наличие хорошей компактной пены, в которой вещества, обуславливающие вкус, находятся в состоянии эмульсии.

Пиво с высокой степенью сбраживания всегда имеет более приятный и даже нежный вкус, чем недостаточно выброженное. В противоположность пиву, обладающему полнотой вкуса, различают пиво с пустым вкусом. Для светлых сортов пива разница между конечной степенью сбраживания и степенью сбраживания готового пива (перед розливом) должна быть не более 4...5%.

Полнота вкуса, так же как и пенистость, в значительной степени зависит от насыщенности пива диоксидом углерода.

Запах пива. Запах еще более сложен, чем вкус. Восприятие запаха происходит двухступенчато. Сначала летучие вещества попадают с воздухом в носовую полость, затем восприятие производится через обонятельный рецептор. В пиве можно различить следующие запахи: эфирные, ароматические, цветочные, химические, отталкивающие и др.

Эфирные запахи связаны с наличием летучих продуктов брожения (ацетальдегида, высших спиртов и эфиров); обладают ими и эфирные масла хмеля, остающиеся в готовом пиве.

Ароматические запахи обусловлены солодовым ароматом, полученным в результате реакции меланоидинообразования во время сушки солода и в варочном процессе; нарушение этих же процессов является причиной образования нежелательных подгорелых продуктов, передающих свой запах пиву.

Запахи химических веществ в пиве являются результатом неправильно проведенных дезинфекций. К ним же следует причислить аромат, передаваемый пивной смолкой, которую используют для покрытия внутренней поверхности транспортных бочек.

Неприятные, иногда отталкивающие запахи вызывают сернистые соединения — сероводород и обладающий очень неприятным запахом меркаптан, обычно появляющиеся в присутствии воздуха под действием лучей солнечного света, когда интенсивно образуются так называемые солнечный вкус и аромат пива.

Сложные ощущения, включающие в себя вкус и запах, характе-

ризуют букет пива: общие впечатления о свежести, мягкости, жесткости, пресности и остроты.

Цвет и прозрачность. В образовании цвета пива участвуют в первую очередь меланоидины и продукты окисления полифенолов — флорафены, придающие напитку красный оттенок. Показатель цвета светлых сортов пива колеблется в пределах от 0,5 до 2,5 см³ 0,1 моль/дм³ раствора йода на 100 см³ воды, темных — от 2,5 до 8 см³ 0,1 моль/дм³ раствора йода на 100 см³ воды.

Пиво должно быть прозрачным, а при просмотре через стекло светлое пиво должно искриться и давать блеск.

Пенообразование и стойкость пены. Важный показатель качества пива — густая, плотная и стойкая пена, оставляющая при каждом глотке кольцо на стенках бокала.

Пенообразование зависит в первую очередь от количества и размера растворенных пузырьков диоксида углерода, высвобождающихся при наливке пива, и от количества пузырьков воздуха, поступающих при наливке. Размер пузырьков пены тем меньше, чем выше массовая доля сухих веществ начального сусла.

Самый существенный критерий оценки пены — пеностойкость. Под пеностойкостью понимают время (в секундах, минутах) спада пены, образующейся при наливке пива.

Пенистость определяют по высоте в миллиметрах слоя пены, образовавшейся при выливании пива из бутылки в цилиндрический стакан (высотой 105...110 мм и наружным диаметром 70...75 мм) с высоты 25 мм (расстояние от горлышка бутылки, бочки до верхнего края стакана) при температуре 12 ± 2 °С.

Хорошая пеностойкость наблюдается при достаточном насыщении пива диоксидом углерода и наличии поверхностно-активных веществ, понижающих поверхность натяжения между пузырьками и жидкостью.

Все жиры и масла требуют большего количества энергии для увеличения их поверхности, так как обладают большим поверхностным натяжением. Вещества, повышающие вязкость пива (β -глюкан, высокомолекулярный белок, хмелевые вещества), увеличивают свою поверхность без больших затрат энергии. Они легко образуют оболочку вокруг поднимающихся пузырьков газа и способствуют тем самым созданию стойкой пены. Стойкость пены зависит также и от газа, заключенного в этих пузырьках. Растворимость газов в окружающих их оболочках пузырьков различна. Так, воздух растворяется в пиве труднее, чем диоксид углерода, а поэтому он способствует лучшей пеностойкости.

Органолептическая оценка пива. Дегустация — это оценка пива при помощи органов чувств (зрения, обоняния и вкуса), т. е. органолептическим путем.

Для проведения органолептических испытаний подготавливают бокалы удлиненной формы из бесцветного стекла. Температура

пива низового брожения должна быть 12 °С, верхового — 15...16 °С. Оценивают пиво по 25-балльной системе.

По внешнему виду налитого в стакан пива определяют его прозрачность, цвет, выделение пузырьков газа.

Аромат, вкус и хмелевую горечь выявляют путем опробования пива небольшими глотками. При дегустации светлого пива обращают внимание на хмелевую горечь, а темного — на солодовый аромат и полноту вкуса.

Светлое пиво оценивают по следующим показателям.

Прозрачность: с блеском без взвесей — 3 балла; без блеска — 2 балла; слабо опалесцирующее — 1 балл, мутное — 0 баллов (снимается с дегустации).

Цвет: соответствует типу пива, находится на минимально установленном уровне для данного типа пива — 3 балла, находится на среднем уровне — 2 балла; соответствует типу пива, максимально допустимый для данного типа пива — 1 балл, не соответствует типу пива, светлее или темнее установленного стандартом уровня — 0 баллов (снимается с дегустации).

Аромат: чистый, свежий, выраженный, соответствующий данному типу пива — 4 балла; хороший, но недостаточно выраженный — 3 балла; в аромате заметны посторонние оттенки слегка сырого, фруктового, очень выражен солодовый тон — 2 балла; выражены посторонние тона в аромате: фруктовый, кисловатый, молодого пива и т. п. — 1 балл.

Вкус: отличный, полный, чистый, без посторонних привкусов — 5 баллов; хороший, чистый, но не очень гармоничный — 4 балла; не очень чистый, незрелый — 3 балла; пустой вкус и посторонние привкусы — 2 балла.

Хмелевая горечь: отчетливо хмелевая, мягкая, слаженная, соответствующая типу пива, затем эти ощущения должны быстро проходить — 5 баллов; чисто хмелевая, не очень слаженная, слегка остающаяся, грубоватая — 4 балла; хмелевая, грубая, остающаяся или слабая, не соответствующая типу пива — 3 балла; нехмелевая, грубая — 2 балла.

Бутылочное пиво оценивают следующим образом.

Пена и насыщенность диоксидом углерода: обильная, компактная, устойчивая, хорошо прилипающая пена высотой не менее 40 мм, стойкостью не менее 4 мин при обильном и медленном выделении пузырьков газа — 5 баллов; компактная, устойчивая, высотой 30 мм и стойкостью 3 мин при редком и быстро исчезающем выделении пузырьков газа — 4 балла; пена высотой 20 мм и стойкостью 2 мин при слабом выделении пузырьков газа — 3 балла; пена высотой менее 20 мм и стойкостью не менее 2 мин — 2 балла (снимается с дегустации).

Пиво в бочках оценивают по следующим показателям.

Пена и насыщенность диоксидом углерода: компактная, устойчи-

вая пена высотой не менее 35 мм и стойкостью не менее 3,5 мин при редком и быстро исчезающем выделении пузырьков газа — 5 баллов; пена высотой не менее 25 мм и стойкостью не менее 2,5 мин — 4 балла; пена высотой не менее 15 мм и стойкостью менее 1,5 мин — 2 балла (снимается с дегустации).

Темное пиво при дегустации оценивают следующим образом.

Прозрачность, цвет, аромат, вкус — полнота и чистота вкуса, пена и насыщенность диоксидом углерода оцениваются теми же баллами, что и для светлого пива. Отличие в том, что вкус светлого пива оценивают по хмелевой горечи, а темного — по солодовому вкусу. Чистый солодовый вкус, легкая горечь — 5 баллов; солодовый вкус, с привкусом слегка жженого — 4 балла; слабый солодовый вкус, грубоватый привкус жженого (подгорелого) солода — 3 балла; очень слабый солодовый вкус, нечистый, подгорелый, кислотный — 2 балла.

Общая оценка качества пива: отлично — 22...25 баллов; хорошо — 19...21 балл; удовлетворительно — 13...18 баллов; неудовлетворительно — 12 баллов и менее.

Стойкость пива при хранении. Под стойкостью понимают число суток, в течение которых в пиве не наблюдаются появления помутнения и осадка. Для определения стойкости бутылки с пивом помещают в шкаф-термостат при температуре 20 °С и ежедневно наблюдают за изменением прозрачности. Пиво должно храниться при температуре не ниже 2 °С и не выше 12 °С.

Гарантийные сроки хранения пива, считая со дня розлива, устанавливают следующие (в сут): Жигулевское — 7, Рижское — 8, Московское — 8, Ленинградское — 10, Бархатное — 3, Украинское — 8, Мартовское — 8, Портер — 17.

Сорта пива высокого качества имеют следующие гарантийные сроки хранения (в сут): Жигулевское, Рижское, Московское — 10, Ленинградское — 12, Украинское, Мартовское — 10.

4.6.3. ВИДЫ ПОМУТНЕНИЙ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Важный показатель качества пива — его стойкость. Различают два основных типа помутнения пива: биологическое и коллоидное.

Биологическое помутнение. Горячее готовое сусло стерильно. На последующих этапах производства в пиво попадают дрожжи и бактерии, которые вследствие их сильного размножения и образования продуктов обмена могут вызвать помутнение пива и сделать его непригодным во вкусовом отношении.

Дрожжевое помутнение пива обусловлено размножением культурных и диких дрожжей.

При повышенной температуре и в присутствии воздуха начинается жизнедеятельность культурных дрожжей, содержащихся в отфильтрованном пиве, что приводит к образованию мути. Дикие

дрожжи наиболее часто попадают на производство в период цветения и созревания плодов. Эти дрожжи являются причиной помутнения, образования пленки на поверхности и изменения вкуса и аромата пива.

Устраняют дрожжевое помутнение микрофильтрованием и ультрафильтрованием.

Бактериальное помутнение пива могут вызвать присутствующие в нем пивные сарцины, уксуснокислые, молочнокислые бактерии и термобактерии.

Пивные сарцины быстро образуют муть, а при наличии кислорода продуцируют диацетил, придающий пиву неприятный сладкий вкус.

Молочнокислые бактерии создают помутнение с отличительным шелковистым блеском. Далее количество мути уменьшается и образуется белый осадок. В процессе хранения повышается кислотность пива, вкус его становится неприятным.

Уксуснокислые бактерии редко встречаются при низовом брожении. Присутствие их приводит к повышению кислотности и неприятному вкусу пива.

Термобактерии, присутствующие в пивном сусле, вызывают ухудшение процесса брожения и помутнения пива. Они придают пиву привкус сельдерея.

Низкая биологическая стойкость возникает из-за следующих причин: недостаточной чистоты на производстве; перегрузки фильтра при фильтрации пива; слишком большой разницы между конечной степенью сбраживания и степенью сбраживания готового пива; аэрации пива, прежде всего во время розлива; высокой температуры хранения; длительного движения пива.

Для удаления микроорганизмов пиво пастеризуют или подвергают стерилизующей фильтрации.

Коллоидное помутнение. Различают несколько видов коллоидного помутнения: «холодное», металлобелковое, оксалатное, окислительное, клейстерное, смоляное.

«Холодное» помутнение появляется при охлаждении и может быть обратимым и необратимым. Обратимое помутнение, или помутнение от охлаждения, образуется при снижении температуры пива до 0 °С. Если температура повышается до 20 °С, то помутнение в большинстве случаев исчезает. Необратимое, или постоянное, помутнение, часто называемое окислительным, образуется медленно и остается при обычной температуре; оно характерно для пастеризованного пива.

Обратимая и необратимая муть представляет собой непрочное соединение высокомолекулярных продуктов распада белка с полифенольными веществами, к которым присоединяется небольшое количество углеводов и минеральных веществ, прежде всего солей тяжелых металлов.

Металлобелковое помутнение наблюдается при образовании нерастворимого комплекса: белковые вещества и металл. Наиболее активно вызывают помутнения олово, медь, железо.

Оксалатное помутнение встречается при наличии щавелевокислого кальция (оксалата кальция) — основного компонента пивного камня, осаждаемого на стенках бродительного аппарата.

Клейстерное помутнение образуется при недостаточном гидролизе крахмала ферментами при затирании.

Смоляное помутнение появляется при плохом осаждении хмелевых веществ при производстве пива.

Образование коллоидной мути можно предотвратить или очень сильно замедлить, если принимать следующие меры: предотвращать образование многих комплексных продуктов разрушения белка в процессе производства пива; удалять из пива части комплексных продуктов разрушения белка; исключать ферментативное разрушение комплексных продуктов разрушения белка; частично удалять полифенолы во время производства пива и удалять полифенолы из готового пива; проводить ферментативное разрушение полифенолов; дображивать пиво при низкой температуре; предотвращать поступление кислорода и удалять его; исключать поступление в пиво тяжелых металлов и их солей.

Кроме того, для улучшения коллоидной стойкости необходимо добавлять в пиво стабилизирующие средства.

4.6.4. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ПИВА

Для повышения стойкости пиво обрабатывают ферментными препаратами, химическими веществами, адсорбентами или пастеризуют.

4.6.4.1. ОБРАБОТКА ПИВА ФЕРМЕНТНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Наиболее эффективный способ повышения коллоидной стойкости пива — обработка стабилизаторами, содержащими в качестве активного компонента протеолитические ферменты. В основном стабилизаторы применяют после предварительной обработки пива осадителем или адсорбентом, которые эффективно снижают концентрацию высокомолекулярной фракции белка в пиве и тем самым создают более благоприятные условия для расщепления полипептидов ферментными препаратами с протеолитической активностью.

В отечественной пивоваренной промышленности применяют следующие ферментные препараты: Протосубтилин Г10х, Протосубтилин Г20х, Проторизин П25х, а также Пектофоеидин П10х и Целлюлигнорин П10х и др. Ферментные препараты добавляют после фильтрования в отделении дображивания, иногда дозируют под давлением в танки перед окончанием дображивания или в напор-

ные сборники перед розливом. Ферментные препараты предварительно растворяют в небольшом количестве пива.

Дозу ферментного препарата определяют с учетом его активности, содержания азотистых веществ, образующих помутнения, и срока хранения пива. Обычно она колеблется от 1 до 7 г/гл пива.

4.6.4.2. ОБРАБОТКА ПИВА ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Для повышения стойкости пива применяют антиокислительные препараты, которые добавляют для предотвращения окислительных процессов, ведущих к образованию помутнений.

Из антиокислителей чаще всего используют двуокись серы, сульфиты, аскорбиновую кислоту и ее натриевую соль, а также редуценты, полученные из сахаров в щелочной среде. Доза антиоксидантов зависит от таких показателей, как содержание растворенного в пиве кислорода и содержание воздуха в газовом пространстве наполненной пивом бутылки. Эти показатели должны быть как можно ниже; если они слишком высокие, то их нельзя компенсировать только добавлением антиоксидантов.

Теоретическая доза аскорбиновой кислоты при розливе пива в бутылки вместимостью 0,5 л со средним содержанием 5 мл воздуха в горлышке каждой бутылки 3...5 г/гл. Аскорбиновая кислота не реагирует с кислородом, растворенным в пиве сразу же без остатка, однако снижает окислительно-восстановительный потенциал, и тем самым предохраняет отдельные окисляющие компоненты пива от окисления в присутствии кислорода.

Добавляют антиокислитель в любой стадии производства после главного брожения.

Наиболее эффективно вводить антиокислители раньше, чем пиво будет находиться в контакте с кислородом воздуха, при этом целесообразно дозирование в два приема: вначале в отделении дображивания и после фильтрования перед розливом.

4.6.4.3. ОБРАБОТКА ПИВА АДсорбентами

Под действием адсорбентов и осадителей снижается концентрация белковых и полифенольных веществ.

В качестве осадителей и адсорбентов в производстве пива применяют танин, бентониты, активный уголь, силикагельные препараты.

Танин осаждает главным образом высокомолекулярные белки и оказывает значительное стабилизирующее действие. Дозы колеблются от 2 до 10 г/гл, чаще всего — 5...7 г/гл пива. Вносить танин можно на разных стадиях производства пива.

Бентониты — это силикаты группы монтмориллонитов, их основная составляющая — силикат алюминия. Недостатком применения бентонитов является то, что необходимы большие дозы этого

средства (100...300 г/г) для обеспечения существенного стабилизирующего эффекта. Добавляют бентониты в виде 5%-ной или 10%-ной водной суспензии, которую готовят за 10...12 ч до внесения в пиво. В течение неполных 24 ч действия бентонит адсорбирует весь азот, который способен адсорбироваться. Бентонит оставляют на 5...6 дней, чтобы образованные комплексы и адсорбенты образовали плотный осадок и не осложняли фильтрацию пива.

Активный уголь адсорбирует азотистые вещества, но с меньшей эффективностью. Активный уголь адсорбирует полифенолы, горькие и красящие вещества, и его стабилизирующее действие объясняется прежде всего адсорбцией полифенолов. При дозе активного угля более 10 г/гл отмечается изменение качества пива, так как активный уголь адсорбирует также вещества, составляющие вкус пива.

Для повышения стойкости пива используют адсорбенты белковых веществ на базе силикагелей. Работать с силикагельными препаратами легче, чем с бентонитами, так как они не набухают, но при внесении в пиво они распыляются. При добавлении очень больших доз силикагельных препаратов возможно снижение пенности пива, при дозах от 50 до 100 г/гл стойкость пива сохраняется в течение 2...4 мес, при дозах свыше 150 г/гл — 6 мес и более.

В случае использования для вывода из пива полифенольных соединений сорбента поливинилпирролидона в дозе 30...50 г/гл достигают увеличения стойкости пива до 4...6 мес.

4.6.4.4. ПАСТЕРИЗАЦИЯ ПИВА

Пиво пастеризуют для увеличения биологической стойкости, более полного освобождения его от дрожжей и других микроорганизмов. Однако пастеризацией не обеспечивается стерильность пива, для достижения которой необходима более высокая температура.

Пиво, предназначенное для пастеризации, вырабатывают по следующей технологии.

Используют солод, приготовленный из ячменя со способностью прорастания не менее 95% и сроком выдержки после уборки не менее 45 сут. Готовый солод должен иметь массовую долю влаги не более 5%, массовую долю экстракта в сухом веществе солода тонкого помола не менее 78%. Хмель используют с содержанием α -кислоты в пересчете на абсолютно сухое вещество 3,5%, влажностью 13%. Вода должна отвечать требованиям, предъявляемым к воде для пивоварения (см. раздел 2.4.2).

Затирание солода производят двухотварочным способом. Промывную воду на затирание применяют с массовой долей сухих веществ не ниже 3%.

Для стабилизации состава начального сусла за 2 ч до введения

дрожжей вносят ферментный препарат, например Амилоризин П25х, Амилосубтилил Г10х, из расчета 0,07 г/дал.

Брожение сусла проводят по общепринятой технологии, а дображивание и созревание пива ведут по способу, предусматривающему поступление в цех дображивания молодого пива со степенью сбраживания 70...75%. В аппарате дображивания пиво охлаждают до 1 °С, и при этом происходит выделение части белковых веществ. После 10 сут выдержки пиво фильтруют для удаления макромолекул белков. Затем его направляют на дображивание для вторичного созревания при давлении вначале 0,13 МПа с постепенным повышением до 0,18 МПа. Общая продолжительность дображивания 2...3 мес. Затем пиво вновь охлаждают, фильтруют, карбонизируют и направляют в сборники фильтрованного пива, куда вносят аскорбиновую кислоту в количестве 0,5 г/дал. Кроме того, обрабатывают пиво адсорбентами на стадии дображивания и фильтрования. Доза внесения адсорбентов приведена выше. Пиво, разлитое в бутылки и банки, должно содержать массовую долю диоксида углерода не менее 0,4%. Присутствие кислорода воздуха в горлышке бутылки повышает склонность пива к образованию физико-химических помутнений.

При пастеризации возрастает внутреннее давление в бутылке, что приводит к ее разрыву. Поэтому бутылки после розлива должны иметь свободное пространство в горлышке в пределах 3...4%.

Режим пастеризации зависит от сорта и типа пива и должен устанавливаться в зависимости от условий его производства и последующего хранения.

Эффективность уничтожения микроорганизмов при термообработке зависит от типа и количества имеющихся микроорганизмов, а также от продолжительности и температуры термообработки. Установлено, что количество микроорганизмов при определенной температуре уменьшается с постоянной скоростью.

Для определения эффективности пастеризации в пивоваренном производстве в качестве единицы измерения применяется так называемая единица пастеризации ЕП. Этой единице соответствует эффективность пастеризации в течение 1 мин при 60 °С. Если для гибели определенного вида микроорганизмов требуется при 60 °С, например, 5,6 мин, то эффект пастеризации должен отвечать 5,6 ЕП.

Количество ЕП может быть вычислено по следующей формуле:

$$\text{ЕП} = 1,393t (T + 60),$$

где t — продолжительность выдержки, мин; T — температура пастеризации, °С.

Из этого уравнения видно, что с повышением температуры пастеризации на 1 °С время выдержки можно уменьшить примерно в 1,4 раза при сохранении равного эффекта пастеризации.

На большинстве ведущих пивоваренных предприятий Европы

для запаса надежности принимают 20...30 ЕП. В США, Канаде и Австралии многие пивоваренные цехи применяют только 10...15 ЕП.

Если требуется получить пиво особенно высокой биологической стойкости, то его пастеризуют в бутылках и банках, уничтожая при этом клетки дрожжей или бактерии, которые проявляют свое действие при определенных условиях. Пиво при этом подогревают до 63...65 °С и выдерживают в течение 20...25 мин.

Пастеризация, однако, отрицательно влияет на коллоидную стабильность пива. Кроме того, после пастеризации при сравнительно высоких температурах (75...76 °С) во многих случаях выявляется пастеризационный (хлебный) привкус.

Для пастеризации пива применяют туннельные и пластинчатые пастеризаторы. В современных туннельных пастеризаторах бутылки проводятся через туннель по прямой линии с помощью имеющих прорези бутылконосителей на роликовых цепях, приводимых в движение небольшим двигателем, или же с помощью сложной гидравлической системы.

При прохождении через туннель бутылки орошаются водой различной температуры. Система орошения состоит из разбрызгивающих сопел или из дырчатых оросительных ванн. Оросительные ванны легче осматривать и чистить, и к тому же они не могут засориться так легко, как сопла. Кроме того, в оросительных ваннах обеспечиваются большая циркуляция воды и, следовательно, равномерная пастеризация и лучший температурный контроль даже в том случае, если в потоке бутылок встречаются отклонения от нормальной температуры.

Режим пастеризации может предусматривать, что в первой зоне предварительного обогрева бутылки с пивом в течение 10 мин подвергаются действию водяного душа (температура 45 °С), в следующей зоне пастеризации — 20 мин при 60 °С, далее в трех зонах — охлаждение орошаемой водой температурой 45, 35 и 25 °С. После пастеризатора бутылки поступают на транспортер и доставляются к этикетировочному автомату. Для пастеризатора производительностью 6000 бутылок в час необходима площадь для размещения размером 63 м² (14×4,5). Данные пастеризаторы применяют на заводах большой мощности.

Пластинчатые пастеризаторы имеют конструкцию, идентичную пластинчатым теплообменникам (см. рис. 4.12). Пластинчатые пастеризаторы имеют три секции: регенерации, нагрева и охлаждения. В первой секции непастеризованное пиво температурой около 1 °С нагревается до 61...63 °С горячим пастеризованным пивом, протекающим с другой стороны пластин противотоком. Во второй секции пиво температурой 61...63 °С нагревается до температуры пастеризации 68...70 °С горячей водой, имеющей температуру 75...77 °С. Далее пиво поступает в выдерживатель, который устроен

так, чтобы температура пастеризации удерживалась около 30 с. Затем пастеризованное пиво возвращается в первую секцию, где охлаждается холодным непастеризованным пивом до 10...12 °С. После этого оно поступает в третью секцию, где охлаждается до 0...1 °С в противотоке рассолом температурой –5 °С.

Благодаря сохраняемости продукта и неизменяемости его качества, достигнутым в результате пастеризации, можно поддерживать количество производимой продукции на постоянном уровне и тем самым выравнять и удовлетворять сезонно обусловленные колебания спроса.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков химический состав пива? 2. Какие основные показатели характеризуют качество пива? 3. Какие факторы влияют на вкус и аромат пива? 4. Каковы причины помутнения пива? 5. Какими способами можно повышать стойкость пива?

Глава 5. ПРОИЗВОДСТВО БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ



5.1. ХАРАКТЕРИСТИКА И АССОРТИМЕНТ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Предприятия безалкогольной промышленности вырабатывают газированные безалкогольные напитки, негазированные напитки, сухие шипучие и нешипучие напитки, искусственно минерализованные воды, товарные сиропы, сиропы для газированных напитков, приготовляемых на автоматах «Постмикс».

Безалкогольные напитки предназначены для утоления жажды. Отдельные напитки обладают тонизирующим эффектом, а также специфическими свойствами, благодаря которым их можно рекомендовать для детей, для больных диабетом и т. д.

Содержание диоксида углерода и органических кислот придает напиткам свежесть и остроту вкуса. Диоксид углерода обеспечивает также игристость напитков. Кроме того, в состав напитков входят углеводы, витамины, минеральные вещества, микроэлементы, красящие и ароматические вещества.

Углеводы (сахароза) определяют питательную ценность напитка, а минеральные вещества, микроэлементы, кислоты, витамины способствуют процессу пищеварения. Количество и соотношение этих составных веществ обуславливаются действующими рецептурами на безалкогольные напитки.

Для приготовления газированных безалкогольных напитков используют следующие компоненты: плодово-ягодные и спиртованные соки, морсы, настои и экстракты растительного сырья, концентрированные соки из плодов и ягод, композиции, ароматические вещества, концентраты для напитков, красители, сахар и его заменители, пищевые кислоты, питьевую воду, диоксид углерода. Добавляют также консерванты, витамины и др.

В зависимости от вводимых компонентов различают следующие виды газированных безалкогольных напитков, выпускаемых в бутылках: на соках и морсах, настоях и экстрактах растительного сырья, концентратах, эссенциях и на композициях, низкокалорийные (диетические), для больных диабетом и разбавители алкогольных напитков.

К напиткам на соках и морсах относят: Виноградный, Вишня, Грушевый, Детский, Золотой ранет, Клубника, Клюквенный на

морсе, Клюквенный на соке, Красная шапочка, Летний, Рябиновый, Салют, Сливовый, Солнечный, Черноплодная рябина, Черносмородиноновый, Яблоко, Золотистый, Гранат и др. Напитки для детей (Детский, Красная шапочка) характеризуются высокой массовой долей сухих веществ — 11,3...11,2%, так как содержат больше сахара и соков. У других напитков массовая доля сухих веществ 7,5...9,6%. В некоторые напитки на соках добавляют витамины. Так, напиток Красная шапочка готовят на пастеризованном виноградном соке с добавлением аскорбиновой (витамина С) и сорбиновой кислот.

Напитки на настоях и экстрактах имеют массовую долю сухих веществ 6,6...12,0%. Ассортимент: Апельсин, Аромат гор, Колокольчик, Лавровый, Лимон, Мандариновый, Росинка, Ситро, Солнышко, Сумах, Сюрприз, Тархун, Улыбка, Цитрусовый, Южный, Саяны тонизирующий и др.

Ассортимент напитков на концентратах: Байкал, Яблоко, Пепси-Кола, Фанта, Тропик, Киви, Ананас и др. Концентраты для напитков Тропик, Киви, Ананас производит фирма «Дёлер» (Германия). Наша промышленность также получает концентраты для напитков из других стран.

Заслуживает внимание напиток Байкал, хорошие вкусовые и ароматические качества которого обусловлены содержанием в концентрате ароматической части А и экстрактивной части Б.

К напиткам на эссенциях относят: Грушевый, Дюшес, Крем-сода и др. Массовая доля сухих веществ в напитках 6,6...8,4%.

Напитки на композициях: Апельсин, Лимон, Саяны тонизирующий, Бахмаро тонизирующий, Лимонад и др. Массовая доля сухих веществ в напитках 6,8...10,2%.

Напитки для больных диабетом вместо сахара содержат сорбит или ксилит, а также настои и пищевые эссенции. Ассортимент: Апельсиновый на ксилите, Вишневый на сорбите, Лимонный на ксилите, Цитрусовый на сорбите. Массовая доля сухих веществ в напитках 7,8...10,9%.

Низкокалорийные (диетические) напитки содержат вместо сахара сахарин или смесь сахара и сахарина. Ассортимент: Апельсин диетический, Лимон диетический, Яблочный диетический. Массовая доля сухих веществ в напитках 1,7...2,8%. Пищевая ценность 1 л напитков 56...102 ккал.

К разбавителям алкогольных напитков относят Тоник горький, Тоник любительский. Массовая доля сухих веществ в этих напитках 4,0...12,1%.

Сухие напитки вырабатывают двух видов: шипучие однопоршковые и нешипучие.

Сухие шипучие однопоршковые напитки готовят в виде порошков или таблеток. К этим напиткам относится Освежающий. Массовая доля сухих веществ при растворении напитка в 200 мл воды составляет 7,6%.

Сухие нешипучие напитки выпускают также в виде порошков или таблеток. Ассортимент нешипучих сухих напитков: Вишневый, Клюквенный, Черносмородиновый, Яблочный. Массовая доля сухих веществ при растворении напитков в 200 мл воды 9,1%.

К напиткам негазированным относят: Апельсиновый, Мандариновый, Лимонный, Горячий вишневый. Массовая доля сухих веществ в негазированных напитках 6,9...11,2%.

Искусственно минерализованные воды выпускают следующих наименований: Сельтерская столовая, Содовая столовая.

К товарным сиропам, предназначенным для продажи с газированной водой в торговой сети и для розничной продажи, относят: Апельсиновый, Вишневый, Грушевый, Кизилковый, Клубничный, Крем-сода, Лимонный, Лимонный для больных диабетом на сорбите, Освежающий, Осенний, Малиновый, Хлебный, Черноплоднорябиновый, Яблочный.

Сиропы, разливаемые на автоматах «Постмикс»: Байкал, Кока-Кола, Пепси-Кола, Лимонад, Саяны, Фиеста, Фанта.

Массовая доля сухих веществ в товарных сиропах 58,5...63,7%.

Из всего ассортимента безалкогольной продукции в наибольшем объеме выпускают газированные безалкогольные напитки.

5.2. ПРОИЗВОДСТВО ГАЗИРОВАННЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Процесс приготовления газированных безалкогольных напитков состоит из следующих стадий: обработка воды; приготовление сахарного и инвертного сиропов; получение колера; приготовление купажных сиропов; фильтрация и охлаждение купажных сиропов; насыщение воды или смеси сиропа и воды диоксидом углерода; розлив и хранение безалкогольных напитков.

5.2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ГАЗИРОВАННЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Аппаратурно-технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков приведена на рис. 5.1.

Воду, используемую для производства безалкогольных напитков, направляют вначале для осветления на фильтр 28, заполненный кварцевым песком, а затем для умягчения — на катионовый фильтр 29, далее — в сборник 30. Отсюда умягченную воду насосом 31 перекачивают на керамический фильтр 32, а из него — в сироповарочный аппарат 6 или в теплообменник 33 и далее в синхронно-смесительную установку 34.

Сахар (песок или жидкий), соки, композиции, настои и другое сырье доставляют на завод автотранспортом или по железной дороге.

Мешки с сахаром, поступившим на производство, укладывают на поддоны 2 и с помощью автопогрузчика 1 доставляют к месту складирования. По мере надобности сахар взвешивают на весах 3 и с помощью норы 4 направляют в промежуточный бункер 5 и далее в сироповарочный аппарат 6, куда насосом 38 подаются исправимый брак из колонки 39 с активным углем и умягченная вода после керамического фильтра 32.

Готовый сахарный сироп через фильтр-ловушку 7 насосом 8 подают для охлаждения в теплообменник 9, а затем в сироповарочный котел 10 для инверсии сахарозы, куда вносят заданное количество органической кислоты. Инвертный сахарный сироп направляют насосом 11 на охлаждение в теплообменник 12 и затем в сборник 13.

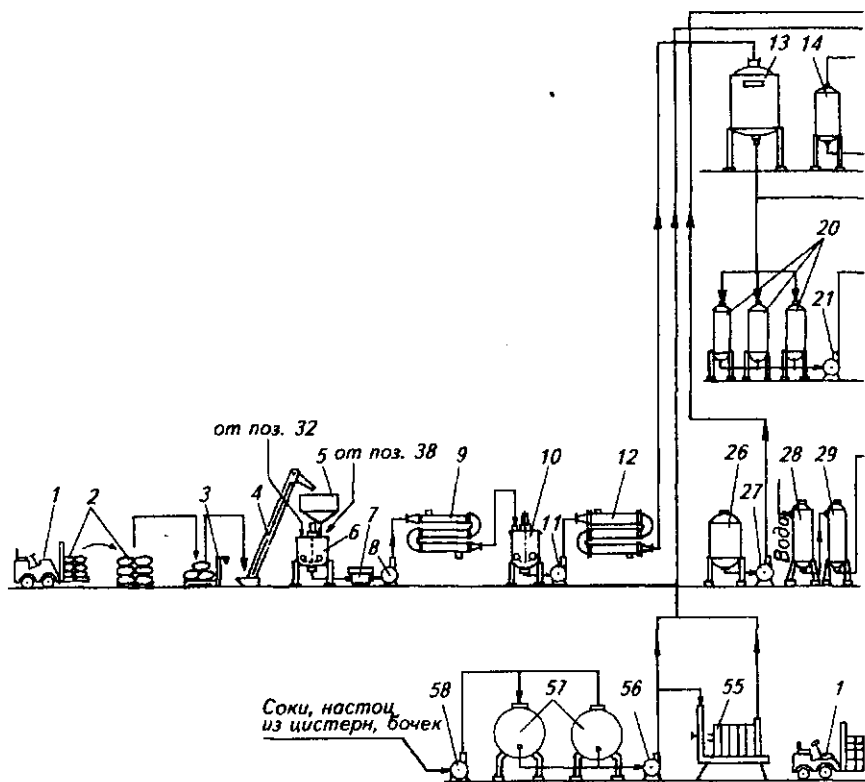


Рис. 5.1. Аппаратурно-технологическая схема производства

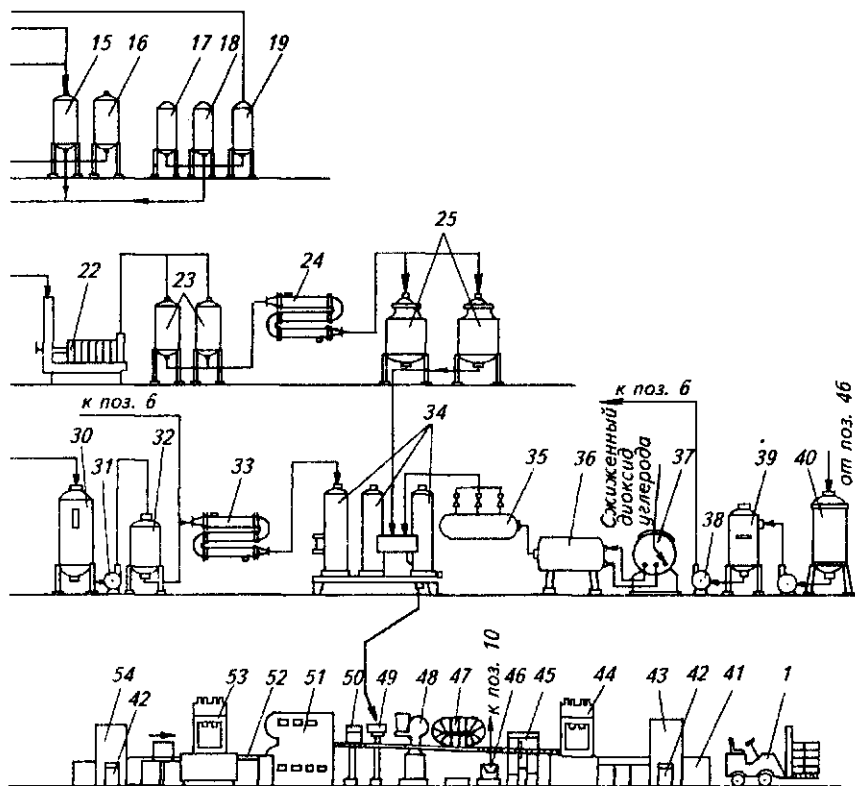
Соки и настои из бочек или цистерн насосом 58 перекачивают на хранение в стальные эмалированные сборники 57. При необходимости соки и настои из сборника 57 насосом 56 направляют для фильтрования на фильтр-пресс 55 и далее в сборники 14 и 15, установленные на предкупажной площадке.

Композиции, экстракты и концентраты непосредственно из тары подают в сборники 16 и 17.

Для растворения лимонной кислоты на предкупажной площадке установлен сборник 18.

Колер готовят в колеровочном аппарате 26, откуда насосом 27 подают в сборник 19, установленный на предкупажной площадке.

Купажный сироп производят в вертикальных аппаратах 20 с мешалкой, в которые поступают все компоненты купажа из сборни-



газированных безалкогольных напитков

ков, установленных на предкупажной площадке. Готовый купажный сироп насосом 21 подают на фильтр-пресс 22, далее — в сборники 23, а затем охлаждают в теплообменнике 24 и направляют в напорные сборники 25 с охлаждающими рубашками. Из напорных сборников 25 купажный сироп самотеком поступает на синхронно-смесительную установку 34, где он смешивается с охлажденной водой, насыщается диоксидом углерода, затем полученный газированный напиток направляют на розлив.

При отсутствии синхронно-смесительной установки готовый купажный сироп дозируют в бутылки с последующим заливом газированной водой. Для этого в цехе розлива устанавливают сироподозировочный и смесительный автоматы и сатуратор.

На завод диоксид углерода доставляют в специальных автоцистернах, сливают в стационарные цистерны 37 на хранение и по мере необходимости через станцию газификации 36 и регулирующий узел 35 подают к синхронно-смесительной установке 34.

Пакеты со стеклянной тарой на поддонах автопогрузчиком 1 доставляют к приводному накопительному рольгангу 41 и далее направляют к пакеторасформировывающему автомату 54. Освобожденные поддоны подают по рольгангу 42 в магазин поддонов и далее — к пакетоформирующему автомату 43. Ящики с пустыми бутылками поступают к автомату 53 для извлечения бутылок из ящиков.

Далее пустые бутылки по транспортеру 52 направляют к бутылкомоечному автомату 51. После мойки бутылки перемещают к световому экрану 50 для проверки их чистоты и обнаружения дефектов стекла, а затем подают к разливочному автомату 49, в который поступает газированный напиток из синхронно-смесительной установки 34.

Бутылки с налитым напитком подают к укупорочному автомату 48, инспекционному автомату 47, этикетировочному автомату 45 и автомату 44 укладки бутылок в ящики. Далее ящики с готовой продукцией поступают к пакетоформирующему автомату 43, где они формируются в пакет на поддонах. Готовую продукцию в пакетах на поддонах подают в накопительный рольганг 41, с которого ее снимают автопогрузчиком 1 и перевозят в цех готовой продукции.

Забракованную продукцию после инспекционного автомата 47 направляют в промежуточный сборник 46, из которого исправимый брак поступает в сборник 40, а затем для осветления в колонку 39 с активным углем и далее насосом 38 в сироповарочный аппарат 6.

5.2.2. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕЛОГО САХАРНОГО И БЕЛОГО ИНВЕРТНОГО СИРОПОВ

Для получения купажей напитков, товарных сиропов и кваса используют белый сахарный и белый инвертный сиропы. Белый сахарный сироп представляет собой концентрированный вод-

ный раствор сахара (сахарозы). Инвертный сахарный сироп содержит помимо сахарозы также инвертный сахар (глюкозу и фруктозу).

5.2.2.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕЛОГО САХАРНОГО СИРОПА

Белый сахарный сироп готовят двумя способами: горячим и холодным. На предприятиях распространен горячий способ, применяя который можно получить стерильным готовый сахарный сироп.

Схема производства сахарного сиропа горячим способом следующая: растворение сахара в воде → кипячение раствора сахара → фильтрация горячего сиропа → охлаждение готового сахарного сиропа.

Для приготовления сахарного сиропа горячим способом в хорошо вымытый сироповарочный котел наливают заданное количество воды и нагревают ее до кипения. Затем при непрерывном перемешивании засыпают отвешенное количество сахара. При отсутствии механической мешалки в котле сахар задают в воду температурой 40...50 °С. Дальнейшее подогревание раствора сахара в аппарате проводят медленно при непрерывном перемешивании с таким расчетом, чтобы сахар растворился до начала кипения. При этом помнят, что чем ниже температура растворения сахара, тем светлее будет сироп. При высоких температурах часть кристаллов нерастворившейся сахарозы, попадая на стенки сильно нагретого аппарата, плавится, образуя карамели, что придает сиропу желтый оттенок и небольшую горечь во вкусе.

После растворения сахара сироп кипятят при перемешивании не менее 25...30 мин, при этом удаляют пену и посторонние примеси, всплывающие на поверхность сиропа. Указанная продолжительность кипячения обусловлена необходимостью уничтожить слизеобразующие бактерии. Если кипятить дольше, произойдет частичное разложение сахара (карамелизация) и, как следствие, пожелтение сиропа.

Через 30 мин кипячения проверяют концентрацию готового сиропа с помощью сахарометра или рефрактометра. Кроме того, можно судить о готовности сахарного сиропа по температуре его кипения, которая зависит от концентрации сахара в растворе (табл. 5.1).

Готовым считают сахарный сироп с массовой долей сухих веществ 60...65%.

Для того чтобы удалить механические примеси, горячий готовый сахарный сироп пропускают через сетчатый или рамный фильтр. На небольших предприятиях для фильтрации сиропа используют мешочный фильтр (фланелевый, суконный, из капронового полотна и др.).

Во избежание загрязнения сиропа микроорганизмами и потерь

5.1. Зависимость концентрации сахара в растворе от температуры кипения

Концентрация сахара в растворе, % мас.	Температура кипения, °С	Концентрация сахара в растворе, % мас.	Температура кипения, °С
10	100,1	65	103,9
20	100,3	70	105,3
30	100,4	75	107,4
40	101,1	80	110,3
50	101,9	85	114,5
55	102,4	90	122,5
60	103,1	—	—

ароматических веществ в процессе последующего купажирования горячий отфильтрованный сироп охлаждают до 10...20 °С. Для этого используют теплообменники различных конструкций — противоточные кожухотрубные или змеевиковые, пластинчатые, сборники с рубашкой или змеевиками для хладагента.

При варке сахарного сиропа холодным способом сахар растворяют при температуре 60...70 °С, затем фильтруют и охлаждают сироп. Готовый сахарный сироп направляют в закрытые эмалированные или алюминиевые сборники.

Прогрессивным направлением в производстве безалкогольных напитков является применение жидкого сахара. Его используют как сахарный сироп, поскольку он содержит не ниже 64% мас. сухих веществ. Такой сироп поступает на предприятия в цистернах, из которых его перекачивают через фильтр-ловушку и передают через противоточный теплообменник в сборники готовых сиропов.

Для приготовления сахарного сиропа могут быть использованы: производственный брак; промывная вода; пена, собранная при варке; остатки сахара из мешков, растворенные в воде, и др. Однако без предварительной обработки такие растворы ухудшают качество сахарного сиропа. Когда вместо воды для приготовления сахарного сиропа используют производственный брак, имеющий кислотность до 1 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ брака, то его готовят по общепринятой технологии. Если брак имеет кислотность 2 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³, предусматривают сокращение продолжительности выдержки сиропа при 70 °С до 1 ч. При кислотности 2,5 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ брака исключают выдержку сиропа, кислотностью более 2,5 см³ гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ сироп разводят водой, а затем фильтруют и направляют в производство.

При использовании остатков сахара из мешков и пены, удаленной при варке сиропов, их вначале собирают в отдельную емкость, растворяют в воде в соотношении 1:3, а затем фильтруют.

Сахарный сироп можно приготовить непрерывным способом

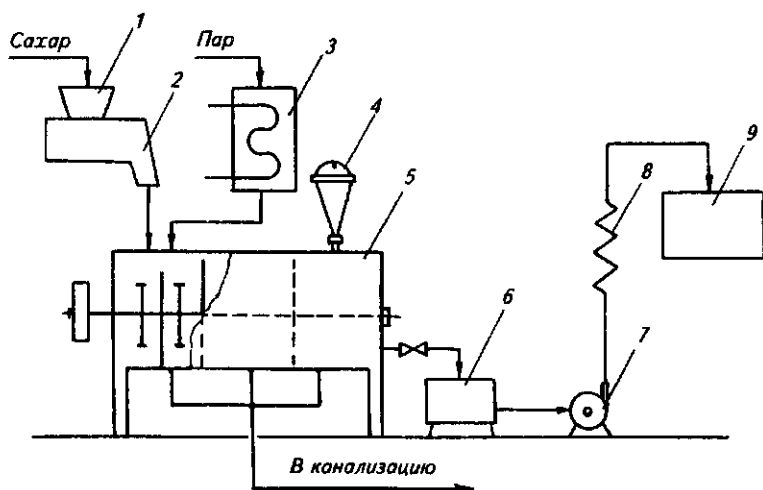


Рис. 5.2. Технологическая схема производства сахарного сиропа непрерывным способом:

1 — бункер; 2 — дозатор сахарного песка; 3 — дозатор — подогреватель воды; 4 — дозатор лимонной кислоты; 5 — непрерывнодействующий растворитель сахара; 6 — фильтр-ловушка; 7 — насос; 8 — теплообменник; 9 — сборник для хранения сиропа

(рис. 5.2), применяя непрерывнодействующий растворитель, куда дозируют подогретую воду, сахар и лимонную кислоту. Этот растворитель сахара имеет рубашку для нагрева и кипячения сиропа, а также мешалку. В растворителе наряду с полным растворением сахара происходят инверсия сахарозы с образованием инвертного сахара и кипячение сиропа в течение 30 мин. При этом образующийся водяной пар удаляют с помощью вентилятора. Затем горячий сироп пропускают через ловушку и, отфильтровав его, передают в промежуточный сборник, откуда насосом направляют через противоточный теплообменник в сборник.

Благодаря применению непрерывного способа приготовления сахарного сиропа можно интенсифицировать процесс, сократить потери сахара и улучшить санитарное состояние производства.

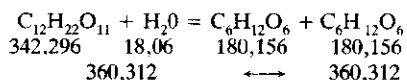
Готовый сахарный сироп должен быть бесцветным, прозрачным, без постороннего запаха и привкуса. Содержание сухих веществ в нем должно быть 60...65 г в 100 г сиропа.

5.2.2.2. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕЛОГО ИНВЕРТНОГО СИРОПА

Смесь равных количеств глюкозы и фруктозы, получающаяся в процессе гидролиза сахарозы при нагревании со слабыми органическими кислотами, называется инвертным сахаром.

Теоретически при 100%-ной инверсии молекула сахарозы, при-

соединяя молекулу воды, распадается на глюкозу и фруктозу по уравнению



Из уравнения реакции видно, что суммарная молекулярная масса глюкозы и фруктозы увеличивается на величину молекулярной массы воды. Отсюда массовая доля сухих веществ в сиропе при полной инверсии увеличивается на величину отношения суммы молекулярной массы глюкозы и фруктозы к молекулярной массе сахарозы, а именно: $360,312 : 342,296 = 1,0526$ г, или 5,26%.

Количество образующегося инвертного сахара зависит от условий проведения инверсии. Глубокая инверсия происходит при температуре кипения сахарного сиропа с кислотой, частичная — при более низкой температуре.

Проводить глубокую инверсию, т. е. образование инвертного сахара в количестве более 55%, при изготовлении сиропов не разрешено, поскольку при температуре кипения сиропа с кислотой разлагается образовавшаяся фруктоза до токсичного оксиметилфурфула. Разрешена только частичная инверсия сахарозы с получением инвертного сахара не более 55% от общего количества и содержанием оксиметилфурфула в небольших количествах — до 0,1 мг/л.

Инвертный сахарный сироп готовят следующим образом (рис. 5.3).

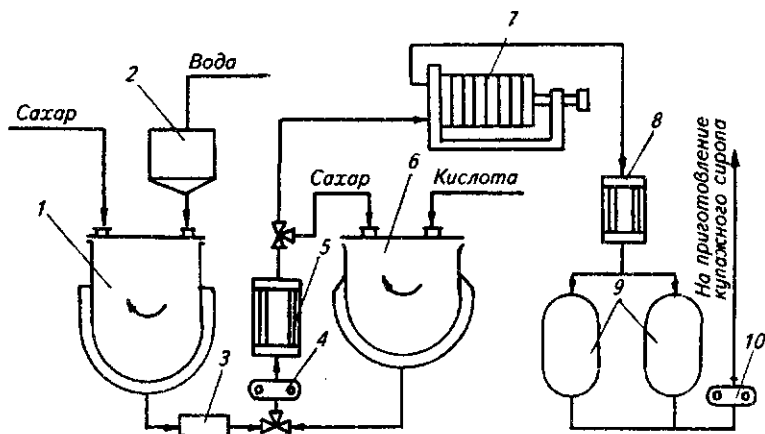


Рис. 5.3. Технологическая схема приготовления инвертного сиропа:

1 — сироповарочный котел; 2 — мерник; 3 — фильтр-ловушка; 4, 10 — насосы; 5 — теплообменник; 6 — котел для инверсии сахарозы; 7 — фильтр; 8 — охладитель; 9 — сборники инвертного сиропа

В сироповарочный котел 1 наливают заданное количество воды, нагревают до кипения и загружают необходимое количество сахара. После кипячения в течение 30 мин сахарный сироп с содержанием сухих веществ 65...70% пропускают через фильтр-ловушку 3 и охлаждают до 70 °С. Инверсию сахарозы производят в емкостях 6, снабженных мешалками и покрытых снаружи теплоизоляционным слоем. В случае отсутствия емкостей с мешалками перемешивание осуществляют методом рециркуляции через насос. После охлаждения в сахарный сироп вносят 50%-ный водный раствор лимонной кислоты, смесь тщательно перемешивают и выдерживают при 70 °С в течение 2 ч, периодически перемешивая. При продолжительном охлаждении инвертного сиропа (5 ч и более) его выдержка при 70 °С сокращается до 1,5 ч. За 10 мин до окончания инверсии в сироп вносят активный уголь (0,1% от массы сахара). Смесь выдерживают 10 мин, затем фильтруют, охлаждают до 20 °С и передают в сборники 9 для хранения. В готовом сахарном сиропе контролируют содержание сухих веществ и инвертного сахара, а также органолептические показатели.

Проведя частичную инверсию сахарозы при изготовлении сиропов, можно создавать напитки с более мягким и приятным вкусом, снижая расход сахара при производстве безалкогольных напитков.

После фильтрования и охлаждения готовый сахарный сироп подают насосом в закрытые эмалированные, алюминиевые или стальные с антикоррозийным покрытием сборники, имеющие мерные стекла. В этих сборниках готовый сахарный сироп хранят при температуре 10...20 °С. Сборники размещают на площадке над купажными аппаратами, что обеспечивает поточность производства.

Инвертный сахарный сироп должен содержать инвертного сахара не более 55% мас. от общего количества содержащегося в нем сахара и оксиметилфурфура в пределах установленных норм (0,1 г/л).

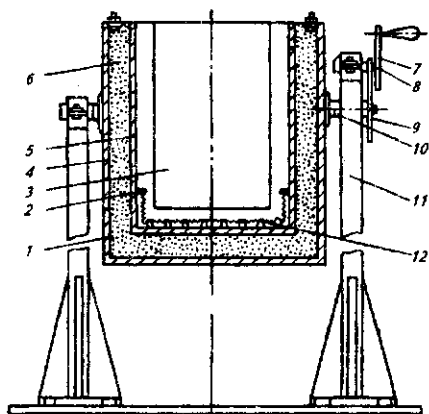


Рис. 5.4. Колероварочный аппарат с электрообогревом:

- 1, 2 — стальные цилиндры; 3 — тигель;
4, 5 — листовый асбест; 6 — волокнистый асбест;
7 — маховик; 8, 9 — шестерни; 10 — полуоси;
11 — стойки; 12 — нагревательные элементы

5.2.3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОЛЕРА

Колер представляет собой продукт термической обработки сахарозы. Его используют для подкрашивания безалкогольных напитков и товарных сиропов.

Колер готовят в колероварочном аппарате (рис. 5.4), снабженном электронагревательным устройством, а также вытяжным зонтом. Котел представляет собой металлический сосуд, состоящий из двух вставленных один в другой цилиндров с плоскими днищами, внутри которых помещен тигель. Для теплоизоляции оба цилиндра выложены внутри слоем листового асбеста, а пространство между ними заполнено слоем волокнистого асбеста. В пространстве под тиглем смонтирован нагревательный элемент. Для удаления паров и газов в аппарате установлен жестяной зонт с принудительной вытяжкой.

Колероварочный котел монтируют в изолированном помещении. Для предохранения лица и тела от брызг горячего колера необходимо работать в рукавицах, фартуке и защитных очках.

Для варки колера в котел вносят сахар, добавляют 1...2% воды (от массы сахара), нагревают при постоянном перемешивании до температуры 160...165 °С, сахар начинает плавиться и приобретает темно-бурую окраску. Затем, прекратив нагрев, добавляют тонкой струей при перемешивании горячую воду температурой 75...90 °С в количестве 8% (от массы загруженного сахара). Далее температуру в аппарате повышают до 180...200 °С и при этой температуре проводят карамелизацию сахара до появления темно-коричневого цвета.

Сущность реакции карамелизации заключается в дегидратации и конденсации сахарозы с образованием ангидридов, оксиметилфурфузола, гуминовых веществ, органических кислот.

Одновременно с карамелизацией сахарозы протекают окислительные процессы с образованием продуктов окисления летучих и нелетучих органических кислот.

При варке колера происходит в основном дегидратация сахарозы, т. е. отделение от ее молекулы нескольких молекул воды с образованием ангидридов — карамелана, карамелена и карамелина. Дегидратация сахарозы протекает в три стадии:

I стадия — при потере молекулой сахарозы двух молекул (10,5%) воды получается карамелан ($C_{12}H_{18}O_9$), растворимый в воде;

II стадия — при потере тремя молекулами сахарозы восьми молекул (14%) воды образуется карамелен ($C_{36}H_{50}O_{25}$), растворимый в воде;

III стадия — при потере двумя молекулами сахарозы семи молекул (18,4%) воды получается карамелин ($C_{24}H_{30}O_{15}$), нерастворимый в воде.

Карамелан и карамелен определяют свойства колера, поэтому можно не проводить процесс карамелизации до образования карамелина.

Окончание карамелизации устанавливают по следующим признакам: горячая капля колера, нанесенная на стеклянную пластинку, не растекается; горячие капли колера при погружении в холодную воду твердеют и всплывают; горячая масса колера, взятая деревян-

ной палочкой, застывает в упругую нить. По завершении варки массу охлаждают до 60 °С, а затем задают горячую воду с таким расчетом, чтобы после размешивания получить колер относительной плотностью 1,35 (при температуре 20 °С), т. е. с массовой долей сухих веществ не менее $70 \pm 2\%$. Выход колера с относительной плотностью 1,35 (при температуре 20 °С) составляет около 105% к массе израсходованного сырья. Длительность одного цикла получения колера 3...5 ч.

Колер хранят в закрытых эмалированных, алюминиевых или из нержавеющей стали сборниках, оснащенных рубашками для охлаждения и мешалками.

5.2.4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КУПАЖНЫХ СИРОПОВ

Купажным сиропом называют полупродукт безалкогольного производства, представляющий собой смесь всех составных частей напитка (за исключением газированной воды).

Процесс приготовления смеси из отдельных составных частей напитка называется купажированием, а полученная смесь — купажным сиропом. Для купажирования используют закрытые эмалированные, алюминиевые или из нержавеющей стали аппараты с лопастными или пропеллерными мешалками.

Купажирование — это основная и наиболее ответственная стадия производства, от которой зависят все показатели качества готовой продукции.

5.2.4.1. ПОДГОТОВКА КОМПОНЕНТОВ К КУПАЖИРОВАНИЮ

Фруктово-ягодные соки и морсы перед внесением в смесь обязательно фильтруют. Прозрачность фруктово-ягодных экстрактов проверяют путем 4—5-разового разбавления пробы экстракта водой. Если устанавливают, что экстракт непрозрачный, его разбавляют водой в соотношении 1:5, тщательно размешивают, отстаивают 2...3 ч, после чего фильтруют и используют для приготовления купажных сиропов.

Цитрусовые настои и пищевые эссенции перед применением тщательно фильтруют для удаления мути или осадка. Цитрусовые настои рекомендуется проверить на содержание терпенов путем приготовления пробного напитка. Если при этом установлено, что настои имеют повышенное содержание терпенов, их разводят водой в соотношении 1:5, хорошо размешивают и оставляют на 12...18 ч для отстаивания. Раствор настоя затем фильтруют до полной прозрачности. Можно также применять способ терпенизации цитрусовых настоев с помощью химически чистого оксида магния (MgO). Для этого цитрусовые настои разбавляют водой до крепости 35...45% об., а затем вносят 0,01...0,02 кг оксида магния на 1 дал жидкости, после чего раствор фильтруют.

Пищевые кислоты вносят в смесь следующим образом: лимонную кислоту — в виде 50%-ного водного раствора, молочную — без разбавления. Приготовленные растворы кислот необходимо подвергать тщательному перемешиванию. Присутствие хотя бы одного нерастворившегося кристалла после охлаждения раствора может вызвать полную кристаллизацию. Раствор кислот готовят не более чем на 2...3 сут работы. Для более длительного хранения они непригодны, так как легко подвергаются воздействию микроорганизмов и плесневеют.

Красители — колер, энокраситель из ягод бузины и синтетические — задают в купаж в виде заранее приготовленных водных растворов.

Колер с массовой долей сухих веществ 70% разбавляют водой в соотношении 1:5 или 1:10, т. е. к 1 кг колера добавляют 5 или 10 л воды. Он должен придавать напиткам окраску от светло-желтого до темно-коричневого цвета.

Энокраситель может быть жидким или пастообразным. При купажировании используют его водный раствор. Энокраситель в зависимости от активной кислотности среды придает сиропу красный цвет при pH 2, сиреневый при pH 3 и фиолетовый при pH 4...5.

Водный раствор красителя из ягод бузины применяют для получения красного цвета и его оттенков в напитках с pH не выше 4,5.

Для приготовления купажных сиропов используют синтетические красители — индигокармин и тартразин Ф. Индигокармин в виде порошка растворяют в горячей воде в соотношении 1:40, в виде пасты — 1:10; этот краситель придает напиткам синий цвет. Тартразин Ф задают в купаж в виде водного раствора концентрацией 5 г/100 мл; подкрашивает напитки в желтый цвет разных оттенков. Иногда применяют тартразин в сочетании с индигокармином для получения напитков зеленого цвета.

Необходимо отметить, что каждую новую партию красителя перед применением проверяют на опытном напитке. При использовании красителя должны получаться прозрачные, без осадка растворы, придающие напитку интенсивную окраску.

Подготовленные к купажированию компоненты купажных сиропов хранят в напорных сборниках-мерниках, установленных на площадке над купажным аппаратом.

5.2.4.2. СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КУПАЖНЫХ СИРОПОВ

Купажный сироп готовят холодным, полугорячим и горячим способами.

Холодный способ применяют для получения купажных сиропов при использовании цитрусовых настоев, пищевых эссенций, композиций и концентратов. В купажный аппарат набирают сахарный сироп температурой 8...15 °С и затем при перемешивании добав-

ляют остальные полуфабрикаты в следующей последовательности: плодово-ягодный сок или экстракт, концентрат, вино, раствор кислоты, раствор красителя, цитрусовые настои, композиции и пищевые эссенции. Все указанные компоненты тщательно перемешивают, фильтруют и охлаждают до 8...10 °С. При этом способе сохраняются натуральный вкус, аромат и цвет применяемого сырья.

Полугорячий и горячий способы приготовления купажных сиропов широко применяют при изготовлении купажей на спиртованных соках, морсах, а также если необходимо сократить объем купажного сиропа. При этих способах получают купажные сиропы с инверсией сахарозы.

Полугорячий способ заключается в том, что часть сока или вина (50...70%) задают в сироповарочный котел для варки с сахаром, а далее нагревают до 50 °С и при размешивании вносят все количество сахара, предназначенного для приготовления сахарного сиропа. После этого смесь быстро нагревают до кипения, а затем при размешивании добавляют все количество кислоты, предназначенное для купажа, и кипятят 30 мин, удаляя периодически образующуюся пену. Не допускают бурного кипения смеси, чтобы не улетучились ароматические вещества плодово-ягодных полуфабрикатов.

Смесь фильтруют в горячем состоянии, быстро охлаждают, перекачивают в сборники сиропа или купажные аппараты. По достижении температуры 20 °С в сироп подают остальные 50...70% сока или вина и другие компоненты согласно рецептуре напитка в той же последовательности, что и при холодном способе.

При полугорячем способе в напитке сохраняются вкусовые и ароматические свойства плодово-ягодного полуфабриката.

Горячий способ основан на том, что всю норму плодово-ягодного сока или вина (100%) вносят в сироповарочный котел, нагревают до 50...60 °С и при перемешивании засыпают все количество сахара. Далее процесс ведут так же, как и при полугорячем способе. В результате варки получают хорошо осветленный сироп, приготовленные напитки имеют хорошую стойкость.

Недостатком полугорячего и горячего способов является частичная потеря ароматических веществ при изготовлении сиропа, поэтому рекомендуется организовать утилизацию спирта, выделяющегося из спиртосодержащего сырья.

Индустриальный способ приготовления купажных сиропов применяют на специализированных предприятиях.

Вначале готовят белый сахарный сироп с массовой долей сухих веществ 66...72%. После кипячения и охлаждения его до 70 °С проводят инверсию сахарозы путем внесения пищевых кислот. Подкисленный сироп выдерживают в течение 2 ч при непрерывно работающей мешалке, а затем охлаждают до 15...20 °С. Расход кислоты, пошедшей на инверсию сахарозы, учитывают при внесении кислоты в купаж.

Затем готовят купажный сироп путем смешивания сахарного сиропа и всех компонентов, предусмотренных рецептурой. Полученный купажный сироп тщательно перемешивают и определяют массовую долю сухих веществ и кислотность. Далее готовый купажный сироп с массовой долей сухих веществ 60...63% фильтруют, охлаждают до 18...20 °С и направляют в сборник, из которого сироп разливают в транспортную тару.

После поступления на завод, производящий безалкогольные напитки, купажный сироп перекачивают в емкость, разбавляют водой до массовой доли сухих веществ 32...45%, дозируют в бутылки с последующим доливом газированной водой и герметической укупоркой.

На всех безалкогольных заводах, использующих такие купажные сиропы, получают идентичные по качеству готовые напитки. При этом сокращаются потери сырья и высвобождается оборудование сироповарочного и купажных цехов.

5.2.4.3. ФИЛЬТРОВАНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ КУПАЖНЫХ СИРОПОВ

После приготовления купажный сироп направляют на фильтрацию. На большинстве безалкогольных заводов используют фильтр-прессы, в которых фильтрационным материалом служит фильтр-картон марки Т.

Фильтр-пресс (рис. 5.5) состоит из 45 или 60 силуминовых (сплав

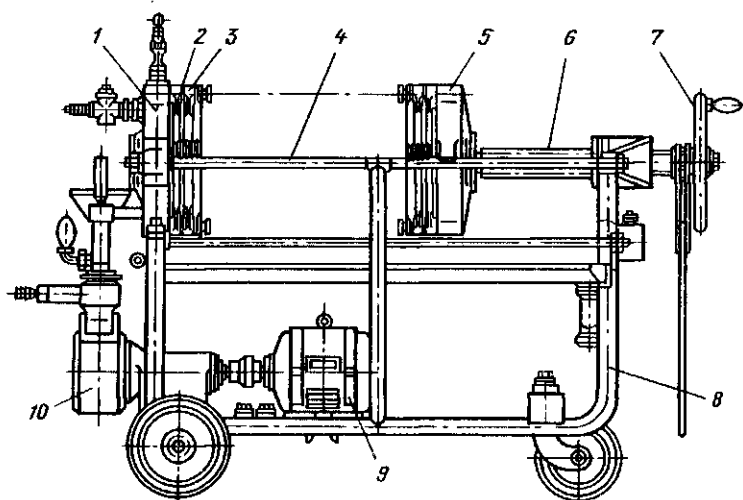


Рис. 5.5. Фильтр-пресс:

1 — передняя неподвижная плита; 2 — фильтр-картон; 3 — плиты; 4 — направляющая станина; 5 — задняя подвижная плита; 6 — стяжной винт; 7 — маховик; 8 — передвижная тележка; 9 — электродвигатель; 10 — насос

силиция и алюминия) прямоугольных плит, закрепленных на горизонтальных опорных балках. На поверхности каждой плиты с обеих сторон имеются канавки для протекания жидкости между плитой и фильтр-картоном. С боков каждой плиты устроены кронштейны, опирающиеся на направляющие станины. С одной стороны плиты сделаны два прилива со сквозными отверстиями для сообщения обеих сторон плит. Приливы вдвое толще самой станины.

При сборке фильтр-пресса плиты устанавливают таким образом, чтобы приливы нечетных плит были с одной стороны, а четных — с другой. Между плитами помещают пластины фильтр-картона, а между приливами — резиновые шайбы. После сжатия плит с одной стороны фильтр-пресса образуются два канала, сообщающиеся с каналами нечетных плит, а с противоположной стороны — также два канала, но сообщающиеся с каналами четных плит. Первые два канала служат для приема купажного сиропа, два вторых — для отвода отфильтрованного сиропа.

При сборке фильтр-пресса последовательно перемещают плиты по направляющим станины и прокладки фильтр-картона между плитами пластин. После сборки плиты плотно сжимают винтом с маховиком.

Купажный сироп подают в фильтр-пресс насосом.

Во время фильтрования проверяют прозрачность фильтрата и следят за тем, чтобы давление было постоянным (колебания его не должны превышать 0,25 МПа). Прозрачность фильтрата контролируют в момент прохождения его через стеклянный патрубок, вмонтированный в выходную трубу фильтр-пресса и освещаемый электролампой. В случае помутнения фильтрата в результате нарушения фильтрующего слоя или увеличения давления сверх 0,25 МПа фильтрование прекращают.

При остановке фильтра выключают насос, прекращают поступление сиропа из купажного аппарата и отбор фильтрата из фильтр-пресса, ослабляют зажимное приспособление и перезаряжают фильтр. При перезарядке удаляют фильтр-картон, тщательно прочищают отверстия в плитах, затем промывают фильтр-пресс горячей и холодной водой.

В отфильтрованном купажном сиропе контролируют массовую долю сухих веществ, кислотность и органолептические показатели. Отфильтрованный купажный сироп поступает затем в теплообменник для охлаждения до температуры 8...10 °С, а далее — в напорные сборники-мерники купажного сиропа.

5.2.4.4. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ КУПАЖНОГО СИРОПА

Купажные сиропы должны удовлетворять следующим требованиям:

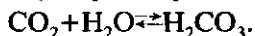
по внешнему виду — совершенно прозрачные, без опалесценции и мути, осадка и посторонних взвешенных частиц;

по органолептическим показателям — характерный, хорошо выраженный вкус, аромат и цвет, свойственные данному виду напитка.

Содержание сухих веществ в купажном сиропе в зависимости от вида напитка колеблется в пределах 30...45% мас.

5.2.5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ГАЗИРОВАННЫХ ВОДЫ И НАПИТКОВ

Процесс насыщения воды и напитков диоксидом углерода называется сатурацией. Этот процесс основан на способности диоксида углерода образовывать при взаимодействии с водой насыщенный водный раствор. Растворение газа в жидкости называют абсорбцией газа. Абсорбция диоксида углерода протекает по уравнению



Часть газа диффундирует из жидкой фазы в газообразную, т. е. происходит процесс десорбции. Через некоторое время устанавливается равновесие между газом в растворе и газом над раствором. При равновесии в единицу времени растворяется столько газа, сколько его выделяется из раствора. Количественное распределение газа между двумя фазами — жидкой и газообразной — находится в зависимости от давления и температуры. При давлении не выше 0,4...0,5 МПа растворимость диоксида углерода в воде подчиняется закону Генри, согласно которому концентрация растворенного газа пропорциональна парциальному давлению этого газа над раствором:

$$C = Kp,$$

где C — молярная концентрация диоксида углерода в растворе; K — константа фазового равновесия, зависящая от природы газа и температуры; p — парциальное давление газа над раствором, Па.

Если парциальное давление выше 0,5 МПа, растворимость диоксида углерода несколько ниже растворимости, устанавливаемой законом Генри.

5.2.5.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАСЫЩЕНИЕ ВОДЫ И НАПИТКОВ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА

Растворимость газа в жидкости характеризуют коэффициентом абсорбции, который показывает объем газа, растворенного в одном объеме жидкости при парциальном давлении газа 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) и температуре 0 °С (табл. 5.2).

Приведенные данные показывают, что с повышением температуры и понижением давления уменьшается растворимость диоксида углерода.

Таким образом, при сатурации воды или напитков необходимо учитывать влияние давления и температуры на растворимость диоксида углерода. насыщение воды и напитков диоксидом углерода считают целесообразным проводить при давлении газа 0,5...0,6 МПа и температуре воды 1...2 °С.

5.2. Растворимость диоксида углерода в воде в зависимости от давления и температуры

Давление, МПа	Коэффициент абсорбции	Температура, °С	Коэффициент абсорбции
0,1	1,71	0	1,71
0,2	1,80	1	1,65
0,3	3,56	2	1,58
0,4	5,32	3	1,53
0,5	7,02	4	1,47
0,6	8,65	5	1,42
0,7	10,28	6	1,38
0,8	11,78	7	1,33
0,9	13,20	8	1,28
1,0	14,65	9	1,24
		10	1,19

Растворимость диоксида углерода резко снижается из-за присутствия воздуха в воде, что объясняется законом Дальтона, согласно которому растворение газа какой-либо смеси происходит в воде под давлением только данного газа, соответственно его объемному содержанию в смеси и парциальному давлению. Кроме того, воздух, находящийся в воде или напитке, понижает прочность абсорбционной формы связи диоксида углерода в жидкости. Воздух также является причиной вспенивания и выброса напитка из бутылки. Для удаления растворенного воздуха производят деаэрацию воды перед ее насыщением диоксидом углерода.

Минеральные примеси, и особенно соли жесткости воды, уменьшают растворимость в ней диоксида углерода, который частично ими связывается.

Вещества, содержащиеся в напитке, понижают растворимость диоксида углерода. Однако при наличии в напитке положительно заряженных коллоидов диоксид углерода удерживается лучше.

На степень насыщения воды диоксидом углерода влияет продолжительность контакта газа с жидкостью. Наибольшее насыщение диоксидом углерода (до 0,4% мас.) достигается в первые пять часов, а в последующие 4 ч количество растворенного газа не превышает 0,46% мас. Следовательно, продолжительность контакта между диоксидом углерода и жидкостью сверх оптимального времени практически не оправдана.

Степень насыщения воды и напитков диоксидом углерода зависит от площади контакта жидкости с газом. Чем больше площадь поверхности контакта жидкости с газом, тем больше растворяется диоксида углерода.

Конструкция аппаратов для проведения процесса сатурации оказывает весьма существенное влияние на растворимость диоксида углерода в воде и напитках.

5.2.5.2. УСТАНОВКИ ДЛЯ НАСЫЩЕНИЯ ВОДЫ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА

Для насыщения воды диоксидом углерода используют сатурационные установки (сатураторы).

В производстве безалкогольных напитков для насыщения воды диоксидом углерода применяют следующие способы: перемешивание воды с диоксидом углерода; распыление воды до мельчайших частиц, смешивание ее в противотоке с диоксидом углерода, а затем дополнительное насыщение диоксидом углерода в процессе орошения тонких пленок воды в керамической насадке; перемешивание воды с диоксидом углерода, а также распыление ее до капель или тонких пленок и насыщение диоксидом углерода.

Сатурационные установки в зависимости от используемых способов насыщения воды или напитка диоксидом углерода подразделяют на смесительные, распылительные и комбинированные.

Для безалкогольной промышленности выпускают сатурационные установки Е6-АССМ, АСАСММ, РЗ-ВСВ-3, РЗ-ВСВ-6, РЗ-ВСВ-12 и ВСБ.

Сатурационная установка Е6-АССМ. Она предназначена для использования на заводах небольшой мощности, состоит из следующих основных частей: сатурационной колонки, насоса подачи воды и электропусковой аппаратуры.

Воду вначале фильтруют и охлаждают до 4...7 °С и через обратный клапан и эжектор подают в верхнюю часть сатурационной колонки. Далее вода, стекая по фарфоровым кольцам, поступает в нижнюю часть колонки — водоприемник. Следовательно, первоначально воду насыщают диоксидом углерода в эжекторе, а окончательно — при стекании по фарфоровым кольцам.

Диоксид углерода подают в нижнюю часть колонки, а газовоздушную смесь сбрасывают через вентиль в верхней части колонки. Рабочее давление в сатурационной колонке поддерживают на уровне 0,4 МПа, содержание углерода в воде на выходе из аппарата 0,7% мас. Производительность сатурационной установки Е6-АССМ 800 л/ч.

Сатурационная установка АСАСММ. В этой установке предусмотрена деаэрация воды с последующим насыщением ее диоксидом углерода. Установка состоит из деаэрационной и сатурационных колонок, двух насосов, электродвигателей и водоструйного эжектора.

Профильтрованную и охлажденную до 4...7 °С воду подают в деаэрационную колонку, где с помощью водоструйного эжектора создают разрежение и частично отсасывают воздух, выделяющийся из воды. Далее воду, частично освобожденную от воздуха, направляют в сатурационную колонку и распыляют с помощью форсунок и отражателя. Поскольку вода распыляется в пространстве колонок, заполненной диоксидом углерода, то вода здесь первоначально насыщается газом. Затем, стекая по поверхности решетки и далее по насадке, вода окон-

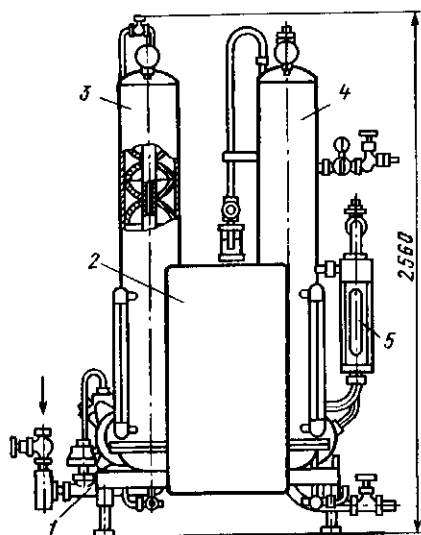


Рис. 5.6. Сатурационная установка РЗ-ВСВ-3:

1 — патрубок для ввода диоксида углерода; 2 — пульт управления; 3 — деаэрационная колонка; 4 — колонка насыщения; 5 — струйный аппарат

чительно насыщается газом. Диоксид углерода подают в сатурационную колонку снизу в противоток с водой. Воздух, вытесняемый им, удаляют из колонки через газоотводную трубку.

Рабочее давление в сатурационной колонке 0,4 МПа, содержание диоксида углерода в воде на выходе из аппарата 0,65% мас. Производительность сатурационной установки 1500 л/ч.

Сатурационные установки РЗ-ВСВ-3, РЗ-ВСВ-6, РЗ-ВСВ-12. Непрерывнодействующая автоматическая установка РЗ-ВСВ-3 (рис. 5.6) состоит из деаэрационной колонки, в которой разрежение контролируют вакуумметрами, колонки насыщения и вихревых насосов.

Для удаления воздуха воду направляют в деаэрационную колонку, где посредством вакуумного насоса поддерживают давление в пределах 0,06...0,085 МПа. Вследствие вакуума из воды выделяется воздух, удаляемый вакуумным насосом. Воду, освобожденную от воздуха, с помощью вихревых насосов подают через струйный аппарат в колонку насыщения.

Струйный аппарат (рис. 5.7) состоит из корпуса 3, куда вмонтированы два сопловых устройства 4 и две смесительные камеры 2. Сопловые устройства находятся внутри стеклянной трубы 1, защищенной кожухом. После прохождения воды через сопловые устрой-

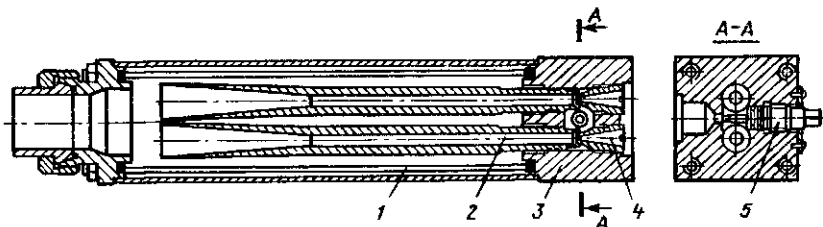


Рис. 5.7. Струйный аппарат

ства и смесительные камеры наблюдается эжекционный эффект и в камере создается разрежение. Через трубку в насадку поступает диоксид углерода, и происходит насыщение им воды. Количество поступающего диоксида углерода регулируют игольчатым вентилем 5. Из насадки воду направляют в колонку насыщения, где происходит окончательное насыщение воды диоксидом углерода.

Рабочее давление в сатурационной колонке до 0,6 МПа, содержание диоксида углерода в воде на выходе из нее до 0,8% мас. Производительность сатурационных установок РЗ-ВСВ-3 3000 л/ч, РЗ-ВСВ-6 6000 и РЗ-ВСВ-12 12 000 л/ч.

Сатурационная установка ВСБ. Укомплектована деаэрационной и сатурационной колонками, сборником оборотной воды, струйной насадкой, эжектором и насосами. Охлажденную воду подают в деаэрационную колонку, где с помощью рециркуляционного бачка, эжектора и вихревого насоса создают вакуум, вследствие чего из колонки отсасывается воздух. Из деаэрационной колонки воду направляют на две эжекционные насадки для насыщения диоксидом углерода. Затем воду подают в сатурационную колонку, где происходит окончательное насыщение диоксидом углерода и удаление воздуха. Рабочее давление в сатурационной колонке 0,35 МПа, содержание диоксида углерода в воде на выходе из нее до 0,65% мас. Производительность сатурационной установки ВСБ 7500 л/ч.

5.2.6. РОЗЛИВ ГАЗИРОВАННЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Газированные напитки разливают по двум схемам:

дозирование купажного сиропа → заполнение бутылок газированной водой → укупорка бутылок → перемешивание содержимого бутылок → бракераж напитка → наклеивание этикеток;

деаэрация воды → перемешивание деаэрированной воды и купажного сиропа → насыщение диоксидом углерода водно-купажной смеси → заполнение бутылок готовым напитком → укупорка бутылок → бракераж напитка → наклеивание этикеток (синхронно-смесительный способ).

При работе по схеме дозирования купажного сиропа в бутылки с последующим заполнением газированной водой сироп перскачивают в мерные напорные сборники, из которых его передают на розлив.

Для каждого вида напитка рассчитывают на бутылку дозу купажного сиропа, см³,

$$D = BV/A,$$

где B — вместимость бутылки, см³; V — содержание сухих веществ в 1 л готового напитка, г; A — содержание сухих веществ в 1 л купажного сиропа, г.

Рекомендуется готовить купажный сироп такой концентрации, чтобы для бутылки вместимостью 0,5 л его потребовалось 100 мл. Готовый купажный сироп температурой не выше 10 °С, предвари-

тельно выдержанный в течение 2...4 ч, дозируют в чистые бутылки по объему. Заполнение бутылок до номинальной вместимости газированной водой температурой не выше 4 °С ведут в изобарических условиях. Кроме того, во избежание потерь диоксида углерода исключают резкий перепад между давлением в сатурационной установке и рабочим давлением в бачке разливочной машины.

Затем бутылки с напитком укупоривают кронен-пробкой с корковой прокладкой или кронен-пробкой с прокладкой из полимерных материалов. Для получения однородной смеси тотчас после укупорки содержимое бутылок тщательно перемешивают. Указанную операцию выполняет автоматический смеситель. Далее бутылки с напитком бракеруют путем их просмотра на световом экране. При этом контролируют отсутствие посторонних включений, муты и опалесценции, а также полноту налива, чистоту внутренней и наружной поверхностей бутылок. Затем наклеивают этикетку на коническую или цилиндрическую часть бутылки. На этикетке указывают дату розлива. Бутылки с напитками укладывают в ящики и направляют на склад готовой продукции. На заводах большой и средней мощности при производстве безалкогольных напитков применяют синхронно-смесительный способ, при котором в одних установках предварительно деаэрированную воду и сироп смешивают в определенных соотношениях, а затем насыщают смесь диоксидом углерода, в других — воду насыщают диоксидом углерода, после чего смешивают с сиропом.

При синхронно-смесительном способе достигают высокой степени насыщения напитков диоксидом углерода, стабильности их физико-химических показателей, а также исключают применение дозатора сиропа и перемешивающего автомата.

Для приготовления безалкогольных напитков применяют отечественные синхронно-смесительные установки Б2-ВРР/6, Р3-ВНС-1, Р3-ВНС-2 и Ш4-ВНС.

Установка Б2-ВРР/6 (рис. 5.8) предназначена для деаэрации и дозирования воды и купажного сиропа, их смешивания, насыщения напитка диоксидом углерода с последующим его розливом.

Установка работает следующим образом. Воду температурой 4 °С подают в деаэрационную колонку 2, где с помощью вакуум-насоса 4 создается разрежение, в результате чего удаляется воздух. Деаэрированную воду направляют в отдельный сборник 6. Одновременно купажный сироп подают в сборник 8. Из сборников деаэрированная вода и купажный сироп дозирочным устройством направляются в смесительный бачок 9. Затем водно-купажную смесь подают в колонку насыщения 10, где ее окончательно перемешивают и насыщают диоксидом углерода. Готовый напиток направляют в расходный бак 14, а далее к разливочной машине.

Производительность установки Б2-ВРР/6 12 000 л/ч, режим работы — автоматический.

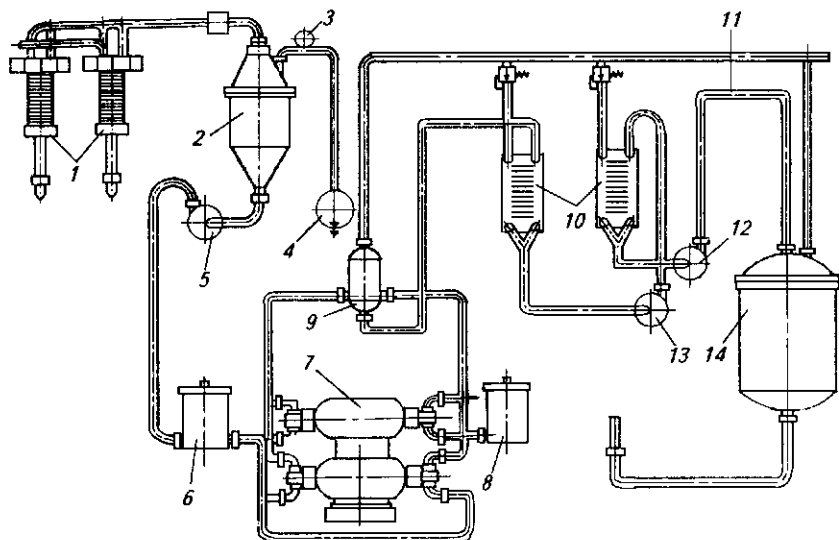


Рис. 5.8. Схема синхронно-смесительной установки Б2-ВРР/6 для приготовления газированных напитков:

1 — охладители воды; 2 — деаэрационная колонка; 3 — вакуумметр; 4 — вакуум-насос; 5, 12, 13 — насосы для перескачивания воды и напитка; 6 — сборник воды; 7 — дозировочный агрегат; 8 — сборник кулажного сиропа; 9 — смесительный бачок; 10 — колонки насыщения напитка диоксидом углерода; 11 — трубопровод готового напитка; 14 — расходный бак готового напитка

Установки РЗ-ВНС-1 и РЗ-ВНС-2 по принципу работы и устройству идентичны.

Производительность установки РЗ-ВНС-1 3000 л/ч, РЗ-ВНС-2 6000 л/ч, содержание диоксида углерода в напитке на выходе из установок 0,6% мас.

Синхронно-смесительные установки типа Ш4-ВНС предназначены для приготовления газированных напитков в непрерывном потоке. Установки состоят из основания, на котором смонтированы колонка насыщения, колонка деаэрации, струйная насадка, емкость для сиропа, смесительная колонка, вихревые насосы, вакуум-насос. Установки оборудованы датчиками, контрольно-измерительной и управляющей аппаратурой.

Установка типа Ш4-ВНС (рис. 5.9) работает следующим образом. Воду под давлением 0,15...0,20 МПа и температурой не выше 6 °С через электромагнитный вентиль 1 подают в колонку деаэрации 2, где вода растекается по коническим тарелкам. В колонке деаэрации благодаря вакууму, создаваемому вакуум-насосом 3, из воды выделяется растворенный в ней воздух. Уровень воды в колонке деаэрации контролируется тремя датчиками.

Деаэрированная вода из нижней части колонки деаэрации вихре-

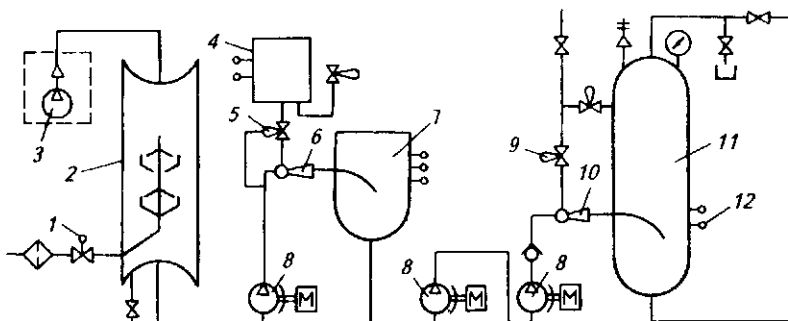


Рис. 5.9. Синхронно-смесительная установка Ш4-ВНС

вым насосом 8 под давлением подается в дозирующую насадку 6, в которую со стороны всасывания поступает купажный сироп из емкости 4. Уровень сиропа поддерживается с помощью датчиков, а управление подачей сиропа осуществляется гидравлическим клапаном 5 по мере включения насоса 8 подачи воды.

Соотношение доз сиропа и воды устанавливается на дозирующей насадке 6 дросселирующей иглой, которая снабжена маховичком, указывающим ее положение на тарированной шкале.

Из смесительной колонки 7 смешанный напиток под давлением, создаваемым двумя вихревыми насосами 8, подается в струйную насадку 10 для насыщения диоксидом углерода. Давление при насыщении и содержание диоксида углерода в напитке устанавливаются редукционным клапаном 9. Напиток, насыщенный газом, собирается в колонке насыщения 11, откуда направляется к разливочному аппарату. Уровень напитка в колонке насыщения 11 контролируется двумя датчиками 12, управляющими работой двух вихревых насосов 8.

Производительность установки Ш4-ВНС-3 составляет 3600 л/ч, Ш4-ВНС-6 — 7200, Ш4-ВНС-12 — 14 500 л/ч.

На отечественных заводах эксплуатируются различные типы синхронно-смесительных установок зарубежных фирм, в которых процессы насыщения воды и напитков диоксидом углерода не отличаются от рассмотренных выше.

5.2.7. ХРАНЕНИЕ ГАЗИРОВАННЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Готовые безалкогольные напитки хранят на складе готовой продукции, в который должно вмещаться не менее двухсуточной выработки предприятия. Помещение склада должно быть сухим и хорошо вентилироваться. Температуру в помещении поддерживают в пределах от 0 до 12 °С при хранении отечественных напитков и не выше 25 °С для напитков Пепси-Кола и Фанта.

Газированные напитки транспортируют в ящиках. При этом летом их необходимо предохранять от нагревания, а зимой — от охлаждения.

5.3. ПРОИЗВОДСТВО СИРОПОВ ДЛЯ ТОРГОВОЙ СЕТИ

Сиропы, предназначенные для торговой сети, называют товарными сиропами. Они поступают в торговую сеть для приготовления с помощью автоматов и сатурационных установок газированной воды, а также для розничной продажи в бутылках.

Товарные сиропы готовят так же, как и купажные. При этом купажируют производят холодным, полугорячим и горячим способами. При использовании плодово-ягодных соков, вин применяют горячий или полугорячий способ, а при использовании настоев, эссенций, экстрактов и концентратов — холодный способ.

Готовые товарные сиропы разливают в деревянные бочки вместимостью не более 150 л, в стеклянные банки вместимостью от 2 до 10 л, в металлические фляги, автоцистерны и специальные железнодорожные цистерны. Кроме того, сироп фасуют в металлические бочки для пива вместимостью 30, 50 и 100 л и металлические импортные бочки вместимостью 50 и 190 л.

Для розничной продажи сироп разливают в бутылки вместимостью от 0,05 до 1,0 л, а также в стеклянные банки вместимостью от 0,25 до 1,0 л.

По органолептическим показателям товарные сиропы должны быть прозрачными, без осадка, помутнений и опалесценции. Содержание сухих веществ должно быть 50,6...63,7%, кислотность 12,5...20,0 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ сиропа.

Стойкость товарных сиропов без консервантов со дня выработки не менее 60 сут, если используют стеклянную тару, а при остальных видах тары — 25 сут. При добавлении консервантов стойкость сиропов в стеклянной таре 90 сут, а в остальных видах тары 40 сут.

Сиропы следует хранить в хорошо вентилируемом помещении при температуре не ниже 0 и не выше 12 °С.

5.4. ПРОИЗВОДСТВО НЕГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

В холодное время года для продажи населению производят горячий негазированный вишневый напиток, представляющий собой нагретую до 70 °С смесь сахара, dealкоголизированных виноматериалов, вишневого сока, лимонной кислоты и колера. Для негазированного вишневого напитка готовят холодным способом купажный сироп, разводят его водой до заданного объема и перемешивают в течение 15...20 мин. Затем качество напитка проверяют, фильтруют и направляют в сборник для подогрева до 70 °С. Готовый горячий вишневый напиток разливают в автоцистерны.

По органолептическим показателям горячий вишневый напиток должен иметь красный цвет, вкус и аромат вишни. Стойкость напитка не менее 5 сут.

К негазированным напиткам относятся напитки апельсиновый, лимонный, мандариновый, представляющие собой смесь сахара, лимонной кислоты и цитрусовых настоев.

Негазированные напитки — коктейли — это водные растворы виноградного вакуум-сусла или виноградного экстракта, яблочного экстракта, dealкоголизированных виноградных или плодово-ягодных виноматериалов, спиртованных соков, лимонной кислоты и ароматического экстракта для производства вермута.

Негазированные напитки на цитрусовой основе и коктейли разливают в бутылки, автоцистерны и стационарные резервуары в торговых помещениях. Стойкость негазированных напитков, разлитых в бутылки, должна быть не менее 5 сут, а в крупную тару — 2 сут. Стойкость коктейлей должна быть не менее 7 сут, если разлиты в бутылки, и 5 сут — в крупную тару.

5.5. ПРОИЗВОДСТВО СУХИХ НАПИТКОВ

Сухие напитки вырабатывают шипучими и нешипучими. Для приготовления сухих нешипучих напитков используют сахар-песок, экстракты, эссенции, пищевые кислоты, красители, продукты пчеловодства, цитрусовые настои. Сухие шипучие напитки готовят из сахара-песка, виннокаменной кислоты и гидрокарбоната натрия.

Сухие нешипучие напитки вырабатывают следующих наименований: Вишневый, Клюквенный, Черносмородиновый, Яблочный. Напиток сухой шипучий однопорошковый имеет наименование Освежающий.

Сухие нешипучие напитки. Технология приготовления сухих нешипучих напитков заключается в подработке сахара, перемешивании его с компонентами напитка, подсушивании приготовленной массы, измельчении подсушенной массы, фасовании сухих напитков в банки или прессовании и упаковке таблеток.

Подработка сахара предусматривает отделение механических примесей с помощью металлических сит (размер ячеек не более 3 мм) и магнитного сепаратора. Затем сахар размельчают на мельнице и передают в рассев, состоящий из двух вибросит и лотка. Сахар с верхнего сита (диаметр ячеек 0,5 мм) направляют обратно на размол, а сахар с лотка в виде пудры используют для приготовления сахарного сиропа при производстве газированных безалкогольных напитков. Сахар, прошедший через нижнее сито (диаметр ячеек 0,14 мм) и верхнее (диаметр ячеек 0,5 мм), используют для производства сухих напитков. Фракции сахара с частицами размером 0,14...0,5 мм загружают в микс-машину, куда вносят в соответствии с рецептурой другие компоненты.

Смесь тщательно перемешивают и направляют в сушилку, где высушивают при температуре 80 °С до остаточной влаги 2,5% мас.

После сушки смесь измельчают, прессуют в форме таблеток или расфасовывают в виде порошка в банки.

Таблетки расфасовывают по две штуки общей массой 20 г, а затем завертывают в два слоя бумаги. Порошок фасуют в комбинированные и стеклянные банки общей массой по 100, 150 и 300 г. Таблетки и банки упаковывают в картонные или фанерные ящики массой не более 20 кг.

Таблетки или порошок должны в течение 2 мин полностью растворяться в холодной воде. Полученные напитки по внешнему виду должны быть прозрачными, без осадка и посторонних частиц. Цвет напитков Вишневого и Черносмородинового может быть от светло-коричневого до розового, Клюквенного — светло-коричневым, а Яблочного — светло-желтым. Вкус и аромат напитков должны соответствовать исходному сырью.

Сухие напитки хранят при температуре не ниже 0 °С и не выше 12 °С. Срок хранения их в таблетках до 1 года, расфасованных в пакетики из многослойных комбинированных материалов, стеклянную и полиэтиленовую тару — 6 мес.

Сухие шипучие однопоршковые напитки. Технология приготовления сухих шипучих напитков предусматривает проведение тех же технологических операций, что и при изготовлении сухих нешипучих напитков, за исключением сушки смеси.

Сухие шипучие напитки готовят двумя способами:

1 — сахар (размер частиц 0,14...0,5 мм), виннокаменную кислоту и гидрокарбонат натрия в количествах, предусмотренных рецептурой, загружают в микс-машину. После перемешивания смесь расфасовывают в пакеты общей массой 15,9...16,4 г;

2 — сахар (размер частиц 0,14...0,5 мм), виннокаменную кислоту и гидрокарбонат натрия направляют в разные бункера, откуда они через дозаторы поступают в пакет в следующих количествах (в г): сахар — 12, виннокаменная кислота — 2,1, гидрокарбонат натрия — 1,8.

Сухие шипучие напитки, расфасованные в пакеты, должны иметь общую массу 15,9...16,4 г. Напиток после растворения в стакане с водой должен обильно выделять диоксид углерода. После растворения одного порошка в 200 мл воды напитки по внешнему виду должны быть прозрачными, без осадка и посторонних взвешенных частиц, бесцветными. Срок хранения их в бумажных пакетах 1 мес.

5.6. ПРОИЗВОДСТВО ИСКУССТВЕННО МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД

Искусственно минерализованные воды — безалкогольные напитки, приготовляемые смешиванием растворов минеральных солей с питьевой водой и насыщением смеси диоксидом углерода.

К искусственно минерализованным водам относят содовую и сельтерскую столовые воды.

При производстве столовой содовой воды расходуют на 1 дал напитка 20...25 г карбоната натрия или 40 г гидрокарбоната натрия и 10...15 г хлорида натрия. На приготовление 1 дал сельтерской столовой воды расходуют 15...25 г карбоната натрия или 40 г гидрокарбоната натрия, 10...15 г хлорида натрия, 10...15 г хлорида кальция и 0,10...0,15 г хлорида магния.

Рабочие растворы солей готовят в теплой воде температурой 60...80 °С, а затем фильтруют и охлаждают. Далее приступают к смешиванию рабочих растворов солей и насыщению смеси диоксидом углерода. При этом применяют сатурационные установки периодического и непрерывного действия, а также синхронно-смесительные установки.

При использовании сатурационной установки периодического действия ее заполняют на $\frac{1}{2}$ водой температурой 4...6 °С, затем вносят в определенной последовательности рабочие растворы солей. При этом вначале задают раствор хлорида натрия, затем раствор гидрокарбоната натрия, а далее раствор смеси хлоридов кальция и магния. После введения в воду каждого раствора смесь перемешивают в течение 1...2 мин. Затем сатурационную установку заполняют охлажденной водой до $\frac{3}{4}$ объема, вводят диоксид углерода и одновременно осуществляют перемешивание в течение 30 мин. При этом кран для выпуска воздуха из сатурационной установки остается открытым в течение первых 10 мин. После вытеснения воздуха искусственно минерализованную воду продолжают насыщать диоксидом углерода в течение 40...45 мин при давлении 0,3...0,4 МПа.

При изготовлении содовой воды в непрерывнодействующей сатурационной установке вначале смешивают в емкости питьевую воду с рабочими растворами солей. Приготовленный солевой раствор насыщают диоксидом углерода в течение 1...2 ч, а затем охлаждают и направляют в сатурационную установку.

В случае использования синхронно-смесительной установки питьевую воду деаэрируют, а затем смешивают при помощи дозирующего устройства с солевым раствором, приготовленную смесь насыщают диоксидом углерода.

Искусственно минерализованную сельтерскую столовую воду и содовую столовую воду разливают в бутылки вместимостью 0,33 и 0,5 л. Эти воды — прозрачная, бесцветная жидкость солоноватого вкуса.

Массовая доля диоксида углерода в искусственно минерализованных водах должна быть не ниже 0,4% мас.

Стойкость искусственно минерализованных вод должна быть не менее 15 сут.

5.7. СТОЙКОСТЬ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Понижение стойкости безалкогольных напитков отождествляют в основном с появлением помутнения и выпадением осадка в бутылке. Биологическое помутнение в большинстве случаев вызвано обсемененностью напитков дрожжами, молочнокислыми и уксуснокислыми бактериями и т. д. Небиологическое помутнение связано с физико-химическими и коллоидными процессами, протекание которых в первую очередь обусловлено качеством сырья, санитарно-гигиеническим состоянием оборудования и производственных помещений, соблюдением технологического режима и т. д.

На производстве повышение стойкости напитков связано с соблюдением микробиологической чистоты сырья, полупродуктов и готовой продукции.

5.7.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТОЙКОСТЬ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Большинство безалкогольных напитков содержат в небольшом количестве углеводы, азотистые вещества, органические кислоты и минеральные соли, имеют низкие активную кислотность (рН) и окислительно-восстановительный потенциал (гН), высокую концентрацию диоксида углерода. Напитки являются селективными питательными средствами для развития микроорганизмов. В напитках способны развиваться дрожжи и частично молочнокислые, уксуснокислые бактерии и плесневые грибы.

В газированных напитках микроорганизмы представлены в основном дрожжами (90%), вызывающими появление опалесценции, мути, выпадение хлопьев и осадка, изменение цвета и вкуса.

Бактерии рода Лейконосток (слизеобразующие бактерии) и Лактобациллы (молчнокислые бактерии) могут развиваться в напитках, содержащих азотистые вещества и в первую очередь аминокислоты, а также при рН ниже 4. Эти бактерии способствуют появлению в напитках опалесценции, слизи, тягучих нитей, гнилостного и маслянистого вкуса, образованию пены и разрыву бутылок.

Уксуснокислые бактерии развиваются при пониженном содержании диоксида углерода, вызывая порчу напитка.

Плесневые грибы размножаются в напитках при отсутствии кислорода и низком содержании диоксида углерода. Они вызывают образование хлопьев и обесцвечивание напитков, появление вкуса плесени.

Воздействию микроорганизмов наиболее подвержены напитки на плодово-ягодной основе, а наименее — на цитрусовых настоях и эссенциях. Это различие объясняется содержанием в цитрусовых настоях и эссенциях эфирных масел, обладающих антимикробными свойствами, и меньшим количеством экстрактивных веществ.

На стойкость напитка также влияют состав воды, содержание диоксида углерода, пищевых кислот и т. д. Соли жесткости и минерализованность воды отрицательно сказываются на стойкости напитка. Так, при повышенном количестве солей в воде развиваются дрожжи, а кальций и магний лимонной и молочной кислот из-за плохого растворения в воде выпадают в осадок на дно бутылок или образуют опалесценцию. Содержание железа, меди, марганца, алюминия в незначительных количествах приводит к небиологическим помутнениям, так как ускоряются окислительные процессы. В результате этого при развитии микроорганизмов образуются мути и осадок, а при окислении наблюдается ухудшение вкуса, аромата и прозрачности в напитках. Содержащиеся в воде сульфаты и хлориды участвуют в формировании вкуса напитка.

Для устранения отрицательного влияния солей воды на качество безалкогольных напитков ее обрабатывают перед использованием на производстве.

Присутствие в напитке достаточного количества диоксида углерода благоприятно влияет на качество напитков, так как замедляются окислительные процессы и развитие микроорганизмов.

Наличие кислорода приводит к окислению эфирных масел, полифенольных веществ, альдегидов и других соединений, что нарушает стабильность напитка. Кроме того, кислород интенсифицирует размножение микроорганизмов, приводя к понижению стойкости напитка.

Для достижения стандартной степени насыщения напитка диоксидом углерода и удаления кислорода воду подвергают деаэрации, а затем сатурации.

Определенное значение в повышении стойкости напитков имеют пищевые кислоты, так как они не только придают напиткам освежающий вкус, но и понижают активную кислотность (рН). Кроме того, лимонная и ортофосфорная кислоты усиливают активность антиоксидантов (аскорбиновой кислоты, дубильных веществ, антоцианогенов) и образуют комплексные соединения с солями тяжелых металлов (меди, железа), являющихся катализаторами окислительных процессов.

5.7.2. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Стойкость безалкогольных напитков можно повысить, строго соблюдая микробиологическую чистоту сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов, полупродуктов, готовой продукции, а также оборудования, трубопроводов, производственных помещений. Обслуживающему персоналу необходимо соблюдать санитарно-гигиенические требования при производстве безалкогольных напитков.

Чистота сырья, воды, полуфабрикатов и вспомогательных материалов. В производственной воде общее количество микроорганизмов не должно быть болсе 100 клеток в 1 мл. Для этого следует хранить воду в закрытых резервуарах, исключающих поступление воздуха, а при необходимости обеззараживать специальными методами, указанными ранее.

Сахар, используемый на производстве, содержит термофильные бактерии (кислотообразующие), дрожжевые клетки, плесневые грибы и мезофильные бактерии (слизеообразующие). Чтобы исключить размножение микроорганизмов, в процессе хранения сахара поддерживают без изменения его влажность и температуру. При использовании жидкого сахара следует строго соблюдать правила его хранения и транспортирования, так как он поступает с сахарорафинадных заводов с определенной обсемененностью.

Для производства напитков применяют цитрусовые настои и эссенции с содержанием спирта 41...95% об., что обуславливает отсутствие микроорганизмов.

Фруктово-ягодные соки могут быть источником инфицирования напитков, так как содержат до 160...200 тыс. микроорганизмов в 1 мл. Поэтому перед использованием рекомендуют обрабатывать фруктово-ягодные соки, пропуская их через фильтр-картон с порами диаметром 0,8 мкм, при этом удаляется ббольшая часть дрожжевых клеток.

Чистота полупродуктов и готовой продукции. При горячем способе приготовления сахарного сиропа можно избежать обсеменения его микроорганизмами, а в результате последующего обеспложивающего фильтрования обеспечивается стерильность. Сахарный сироп, полученный горячим способом, можно хранить в емкости около 20 сут, а холодным — не более 2 сут.

Для предотвращения обсеменения микрофлорой купажного сиропа не следует продолжительное время держать его в купажных аппаратах и напорных сборниках, а также применять негерметические сборники и трубопроводы. Наряду с этим необходимо постоянно охлаждать купажный сироп и напитки, так как оптимальная температура развития микроорганизмов 20...30 °С. На производстве желательно применять синхронно-смесительный способ приготовления безалкогольных напитков, поскольку достигается более высокое содержание диоксида углерода в напитках, что способствует повышению стойкости готовой продукции.

Установлено, что напитки на соках, настоях и эссенциях имеют длительный срок хранения, если в день розлива в них содержится не более 100 клеток дрожжей в 1 мл. В этом случае стойкость напитков на соках 7...15 сут, а на эссенциях и настоях — 18...30 сут.

Напитки с повышенным сроком хранения можно приготовить посредством достижения в них оптимальных значений рН и гН, так как при рН 3,0...3,5 в напитках не способна развиваться

большая часть бактерий и понижается скорость размножения дрожжей.

Эффективная деаэрация воды или напитков и высокая степень насыщения диоксидом углерода приводят к понижению содержания кислорода и значения pH в готовой продукции. Вследствие этого подавляется жизнедеятельность дрожжей в напитках.

Чистота бутылок, тары, оборудования, помещения. Стойкость напитков может снижаться при некачественной мойке бутылок и обсемененности микроорганизмами кронен-пробки. Известно, что на поверхности хорошо вымытых бутылок может содержаться около 10 микроорганизмов, в основном дрожжей, а на кронен-пробках — в среднем 65 микроорганизмов, преимущественно бактерий.

Отрицательно влияют на стойкость напитков солнечные лучи и повышенные температуры при хранении готовой продукции. Причиной понижения стойкости может быть большое расстояние между разливочной и укупорочной машинами. Нерационально размещать технологическое оборудование на пути движения тары и готовой продукции. Розлив безалкогольных напитков и пива в одном цехе способствует взаимному обсеменению микроорганизмами готовой продукции.

Для предупреждения инфицирования безалкогольных напитков производят мойку и дезинфекцию оборудования, трубопроводов, помещений, а для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, находящихся в напитках, применяют консерванты.

Применение консервантов. В нашей стране для повышения стойкости безалкогольных напитков все больше используют следующие химические консерванты: сорбиновую кислоту, аскорбиновую кислоту, юглон, плюмбагин, бензоат натрия.

Сорбиновая кислота по внешнему виду — белые игольчатые кристаллы. Они плохо растворяются в холодной, но хорошо — в горячей воде, а также в спирте и эфире. Кислота имеет высокую реакционную способность и легко окисляется на воздухе.

Сорбиновая кислота оказывает на дрожжи и плесени подавляющее действие, которое усиливается в кислой среде. Однако при высоком содержании микроорганизмов в напитке ее действие ослабевает. Сорбиновую кислоту добавляют в купажи в количестве 0,03% мас., что приводит к повышению стойкости напитка до 14...23 сут.

Действие сорбиновой кислоты повышается при использовании ее в сочетании с аскорбиновой, обладающей антиокислительными свойствами. При введении в купажи сироп сорбиновой кислоты до 0,03% мас., аскорбиновой кислоты — 0,005...0,01% мас. стойкость напитков увеличивается до 20...30 сут.

В нашей стране для увеличения стойкости напитков, приготовленных на плодово-ягодных соках, разрешено применять натриевую

соль бензойной кислоты (бензоат натрия) не более 177 г на 100 дал напитка.

Разрешены к использованию также юглон и плюмбагин, которые воздействуют на микрофлору безалкогольного напитка и тем самым увеличивают его стойкость до 30 сут.

Юглон (5-окси-1,4-нафтохинон) в природе встречается в молодых побегах и скорлупе незрелых грецких орехов. Его получают химическим путем из динатриевой соли 1,5-нафталиндисульфокислоты. Юглон имеет желто-оранжевый цвет и температуру плавления 140...155 °С. Малорастворим в воде, но растворяется в бензине, эфире, спирте и других растворителях. Юглон задают в неотфильтрованный купажный сироп, имеющий температуру не выше 40 °С, в количестве 0,7 г на 100 дал готового напитка. При этом купажный сироп с консервантом выдерживают в течение 2...4 ч, а остаточное количество его в напитке не должно быть выше 0,3 мг/л.

Плюмбагин (2-метил-5-окси-1,4-нафтохинон) получают из растительного сырья — декоративной травы цератостигмы. По внешнему виду это мелкокристаллическое вещество желто-оранжевого цвета. Плюмбагин хорошо растворяется в 0,3%-ном растворе щелочи с приобретением малиново-красной окраски.

При производстве напитков на плодово-ягодных соках раствор плюмбагина (0,7 г его растворяют в 140 мл 96%-ного этилового спирта) вносят в охлажденный неотфильтрованный купажный сироп в количестве 140 мл на каждые 100 л сиропа. Для напитка на настоях и эссенциях раствор плюмбагина (0,62 г его растворяют в 125 мл 96%-ного этилового спирта) задают в охлажденный неотфильтрованный купажный сироп из расчета 125 мл на каждые 100 л сиропа.

Юглон и плюмбагин путем подавления микрофлоры увеличивают стойкость напитка не менее чем на 30 сут.

5.8. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Качество безалкогольных напитков определяют органолептическими и физико-химическими показателями.

При дегустации напитков оценивают органолептические показатели: вкус, аромат, прозрачность, цвет, внешний вид и насыщенность диоксидом углерода. Физико-химические показатели качества напитков: кислотность, содержание сухих веществ и диоксида углерода, полнота налива, количество солей в искусственно минерализованных водах, отсутствие сахара в напитках, предназначенных для больных диабетом.

Дегустацию безалкогольных напитков проводят по 25-балльной системе. Отдельные показатели качества напитков оценивают следующим количеством баллов: прозрачность, цвет, внешний

вид — 7; вкус и аромат — 12; насыщенность диоксидом углерода — 6. Напиток, получивший оценку 25...23 балла, относится к напиткам отличного качества; 22...19 — хорошего качества; 18...15 — удовлетворительного; ниже 15 баллов — плохого качества.

Напитки должны быть прозрачными, без осадка и посторонних взвешенных частиц. Цвет напитков должен соответствовать установленным эталонам цветности для каждого вида напитка. Вкус и аромат должны соответствовать исходному сырью, из которого изготовлены напитки. Насыщенность напитка диоксидом углерода должна быть выражена обильным и продолжительным выделением газа, вызывающего покалывание поверхности языка.

По физико-химическим показателям напитки могут различаться между собой по содержанию массовой доли сухих веществ и кислотности. Массовая доля диоксида углерода в напитках должна быть не ниже 0,4%, а в напитках, приготовленных в синхронно-смесительных установках, — 0,50%.

Гарантированный срок хранения газированных безалкогольных напитков без консервантов не менее 7 сут, а с консервантом — 30; Бахмаро тонизирующего — 15; Тоника горького без консерванта — 10; напитков для больных диабетом: Апельсинового, Лимонного, Цитрусового — 15 сут.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков ассортимент безалкогольных напитков, выпускаемых промышленностью? 2. Какие способы приготовления сахарного сиропа вы знаете? 3. Как готовят колер? Какие реакции при этом протекают? 4. Какими способами можно приготовить купажный сироп? 5. Какие способы насыщения воды диоксидом углерода вы знаете? 6. Какие две схемы розлива безалкогольных напитков применяют на заводах? 7. Как осуществляется производство безалкогольных напитков синхронно-смесительным способом? 8. Как готовят негазированные и сухие напитки? 9. Какие способы повышения стойкости напитков вы знаете? 10. Как приготовить искусственно минерализованную воду?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Расчет количества сахара и воды на приготовление сахарного сиропа

Пример 1. Приготовить 100 л сахарного сиропа с массовой долей сухих веществ 60%. По таблице (см. Технологические инструкции по производству безалкогольных напитков и кваса) находим, что сироп с массовой долей сухих веществ 60% имеет относительную плотность 1,2891 (при 20 °С). Это значит, что масса 1 л такого сиропа составляет 1,2891 кг, а масса 100 л равна 128,91 кг ($100 \cdot 1,2891$).

В соответствии с заданной массовой долей сухих веществ (60%) 100 кг сахарного сиропа должны содержать 60 кг сахара и 40 кг воды. Тогда на варку 100 л сиропа необходимо взять:

$$\text{сахара } (128,91 \cdot 60):100=77,35 \text{ кг;}$$

$$\text{воды } (128,91 \cdot 40):100=51,6 \text{ кг.}$$

Фактически для приготовления сиропа необходимо большее количество сахара, так как он содержит 0,14% влаги:

$$77,35 + (77,35 \cdot 0,14) : 100 = 77,5 \text{ кг.}$$

В период варки и кипячения сиропа испаряется до 10% воды, что приводит к увеличению ее расхода:

$$51,6 + (51,6 \cdot 10) : 100 = 56,8 \text{ кг.}$$

Следовательно, для приготовления 100 л сиропа с массовой долей сухих веществ 60% расход сахара 77,5 кг, воды 56,8 л. При использовании для приготовления сиропа сахаросодержащих отходов уменьшают расход сахара и воды.

П р и м е р 2. Для варки сиропа применяют промывные воды в количестве 20 л с массовой долей сухих веществ 3,5%, а также производственный брак напитков в количестве 10 л с массовой долей сухих веществ 8,1%. Согласно таблице содержание сахара в 1 л этих вод при массовой доле сухих веществ 3,5% (при 20 °С) составляет 35,41 г, а в 20 л — соответственно

$$35,41 \cdot 20 = 708,2 \text{ г} = 0,71 \text{ кг.}$$

Содержание сахара в 1 л брака напитков при массовой доле сухих веществ 8,1% составляет 83,5 г, а в 10 л брака — 0,835 кг.

В случае применения этих отходов для приготовления 100 л сиропа с массовой долей сухих веществ 60% следует внести:

$$\begin{aligned} \text{сахара } & 77,5 - (0,71 + 0,84) = 75,95 \text{ кг;} \\ \text{воды } & 56,8 - (20 + 10) = 26,8 \text{ л.} \end{aligned}$$

Расчет купажа одного из видов безалкогольных напитков

В расчетах при производстве купажных сиропов определяют расход сырья и полуфабрикатов для приготовления 100 дал напитка. При этом учитывают содержание сухих веществ в сырье и их фактические потери в производстве, содержание сырья в готовом напитке, прирост сухих веществ за счет инверсии сахарозы.

1. Расчет расхода сырья на производстве 100 дал напитка, купажный сироп которого готовят холодным способом. Расчет приведен ниже.

Расход сахара (в кг) на изготовление 100 дал готового напитка вычисляют по следующим формулам:

а) в пересчете на сухие вещества

$$P_{c1} = C_p \cdot 100 / (100 - П), \quad (5.1)$$

где P_{c1} — расход сахара в пересчете на сухие вещества, кг; C_p — содержание сухих веществ сахара в 100 дал готового напитка, которое определяют по рецептуре, кг; $П$ — фактические общие потери сухих веществ, %;

б) с учетом влажности сахара

$$P_{c2} = P_{c1} \cdot 100 / (100 - \epsilon), \quad (5.2)$$

где P_{c2} — норма расхода сахара с учетом влажности на производство 100 дал напитка, кг; ϵ — влажность сахара, %.

П р и м е р 3. По рецептуре в 100 дал напитка «Дюшес» должно содержаться сухих веществ сахара 64,01 кг (при содержании сухих веществ в сахаре 99,85%, т. е. влажность 0,15%). На предприятии, где вырабатывают напиток, фактически потери сухих веществ составляют 4,2%.

Расход сахара при приготовлении 100 дал напитка «Дюшес» определяем по формулам (5.1) и (5.2):

$$P_{c1} = 64,01 \cdot 100 / (100 - 4,2) = 66,82 \text{ кг СВ};$$

$$P_{c2} = 66,82 \cdot 100 / (100 - 0,15) = 66,92 \text{ кг}.$$

При использовании сахара, имеющего повышенную влажность, делают соответствующий перерасчет. Например, если сахар содержит 0,57% влаги, т. е. на 0,42% (0,57—0,15), то, следовательно, для обеспечения закладки сухих веществ сахара его необходимо внести больше на 0,28 кг (66,92·0,42/100), что составит 67,2 кг (66,92+0,28).

Расход лимонной кислоты на 100 дал напитка рассчитывают с учетом количества кислоты, используемой для инверсии сахарозы и расходуемой на стадии приготовления купажного сиропа.

Расход лимонной кислоты (в кг) для инверсии сахарозы без учета потерь сухих веществ определяют по формулам:

а) в натуральной массе

$$P_k = CK/100, \quad (5.3)$$

где P_k — расход кислоты для инверсии сахарозы без учета потерь сухих веществ, кг; C — норма расхода сахарозы с учетом влажности на производство 100 дал напитка, кг; K — количество кислоты, расходуемое на инверсию 100 кг сахара, кг;

б) в пересчете на сухие вещества

$$P_c = P_k B/100, \quad (5.4)$$

где P_c — расход кислоты для инверсии сахарозы в пересчете на сухое вещество без учета потерь сухих веществ, кг; B — массовая доля сухих веществ в лимонной кислоте, %.

Расход лимонной кислоты для инверсии сахарозы с учетом потерь сухих веществ рассчитывают по формулам, аналогичным формулам (5.1) и (5.2):

а) в пересчете на сухие вещества

$$H_{н1} = P_c \cdot 100 / (100 - П), \quad (5.5)$$

где $H_{н1}$ — расход лимонной кислоты для инверсии сахарозы с учетом потерь сухих веществ в пересчете на сухие вещества, кг; P_c — расход лимонной кислоты для инверсии сахарозы без учета потерь сухих веществ в пересчете на сухие вещества, кг; $П$ — фактические общие потери сухих веществ, %;

б) в натуральной массе

$$H_{н2} = H_{н1} \cdot 100 / B, \quad (5.6)$$

где $H_{н2}$ — норма расхода лимонной кислоты для инверсии сахарозы с учетом потерь сухих веществ в натуральной массе, кг.

Расход лимонной кислоты на стадии приготовления купажного сиропа определяют с учетом содержания сухих веществ кислоты в напитке, а также потерь сухих веществ кислоты в производстве. Для расчета используют следующие формулы:

а) в пересчете на сухие вещества

$$H_{к1} = (P_p - P_c)100/[100 - (П - П_1)], \quad (5.7)$$

где $H_{к1}$ — расход лимонной кислоты на стадии приготовления купажного сиропа с учетом потерь сухих веществ в пересчете на сухие вещества, кг; P_p — содержание сухих веществ лимонной кислоты в 100 дал готового напитка, кг; P_c — расход лимонной кислоты для инверсии сахарозы, найденной по формуле (5.4), кг; $П$ — фактические общие потери сухих веществ, %; $П_1$ — потери сухих веществ на стадии варки белого сахарного сиропа, %;

б) в натуральной массе

$$H_{к2} = H_{к1} \cdot 100/B, \quad (5.8)$$

где $H_{к2}$ — расход лимонной кислоты на стадии приготовления купажного сиропа с учетом потерь сухих веществ, кг.

Расход кислоты на приготовление 100 дал напитка ($H_{кc}$ и $H_{м}$) вычисляют по формулам:

а) в пересчете на сухие вещества

$$H_{кc} = H_{к1} + H_{к1}; \quad (5.9)$$

б) в натуральной массе

$$H_{м} = H_{к2} + H_{к2}. \quad (5.10)$$

В тех случаях, когда лимонная кислота идет на нейтрализацию щелочности воды, расход ее увеличивается на количество, пошедшее на обработку воды.

Пример 4. По рецептуре в 100 дал напитка «Дюшес» должно быть 1,28 кг сухих веществ лимонной кислоты (при содержании сухих веществ в ней 90,97%). Согласно технологической инструкции в сахарный сироп на 100 кг сахара вносят 0,75 кг лимонной кислоты. На предприятии фактические потери сухих веществ составляют 4,2%, в том числе при варке белого сиропа 1%.

Расход лимонной кислоты для инверсии сахарозы без учета потерь сухих веществ определяем по формулам (5.3) и (5.4):

$$P_k = 66,92 \cdot 0,75/100 = 0,502 \text{ кг}; P_c = 0,502 \cdot 90,97/100 = 0,457 \text{ кг СВ.}$$

Расход лимонной кислоты для инверсии сахарозы с учетом потерь сухих веществ рассчитываем по формулам (5.5) и (5.6):

$$H_{к1} = 0,457 \cdot 100/(100 - 4,2) = 0,477 \text{ кг СВ}; H_{к2} = 0,477 \cdot 100/90,97 = 0,524 \text{ кг.}$$

Расход лимонной кислоты на стадии приготовления купажного сиропа определяем по формулам (5.7) и (5.8):

$$H_{к1} = (1,28 - 0,457) 100 / [100 - (4,2 - 1)] = 0,850 \text{ кг СВ}; H_{к2} = 0,850 \cdot 100/90,97 = 0,934 \text{ кг.}$$

Общий расход кислоты с учетом потерь сухих веществ вычисляем по формулам (5.9) и (5.10):

$$H_{кc} = 0,477 + 0,850 = 1,327 \text{ кг СВ}; H_{м} = 0,524 + 0,934 = 1,458 \text{ кг.}$$

Расход эссенции на приготовление 100 дал готового напитка с учетом потерь сухих веществ, л,

$$H_э = A \cdot 100/[100 - (П - П_1)], \quad (5.11)$$

где A — содержание эссенции в 100 дал готового напитка, которое определяют, л.

Пример 5. По рецептуре в 100 дал напитка Грушевый должно содержаться

0,19 л эссенции «Груша». На предприятии фактические потери сухих веществ составляют 4,2%, в том числе при варке сахарного сиропа 1%.

Расход эссенции на приготовление 100 дал напитка определяем по формуле (5.11):

$$H_3 = 0,19 \cdot 100 / [100 - (4,2 - 1)] = 0,2 \text{ л.}$$

Расход колера (в кг) на приготовление 100 дал напитка с учетом потерь сухих веществ определяют по следующим формулам:

а) в пересчете на сухие вещества

$$\mathcal{E}_n = \mathcal{E} \cdot 100 / [100 - (П - П_1)], \quad (5.12)$$

где \mathcal{E}_n — расход колера на приготовление 100 дал напитка в пересчете на сухие вещества, кг; \mathcal{E} — содержание сухих веществ колера в 100 дал готового напитка, которое определяют по рецептуре, кг;

б) в натуральной массе

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_n \cdot 100 / B_1, \quad (5.13)$$

где \mathcal{E}_m — расход колера на приготовление 100 дал напитка, кг; B_1 — содержание сухих веществ в колере, %.

Пример 6. По рецептуре в 100 дал напитка «Дюшес» должно быть 0,81 кг сухих веществ колера при содержании в нем сухих веществ 70,0%. Кроме того, фактические потери сухих веществ в производстве напитков 4,2%, в том числе при варке сахарного сиропа 1%, а расход диоксида углерода на 100 дал напитка 16 кг.

Расход колера на приготовление 100 дал напитка «Дюшес» определяем по формулам (5.12) и (5.13):

$$\mathcal{E}_n = 0,81 \cdot 100 / [100 - (4,2 - 1)] = 0,84 \text{ кг СВ;}$$

$$\mathcal{E}_m = 0,84 \cdot 100 / 70 = 1,2 \text{ кг.}$$

Прирост сухих веществ за счет инверсии сахарозы рассчитывают с учетом расхода сахара на производство 100 дал напитка в пересчете на сухие вещества и прироста сухих веществ в процессе инверсии 100 кг сухих веществ сахара.

Пример 7. 100 кг сухих веществ сахара при 45%-ной инверсии сахарозы дают прирост сухих веществ в количестве 2,36 кг. Расход сахара на производство 100 дал напитка «Дюшес» составляет 66,82 кг СВ.

Следовательно, количество сухих веществ, образующихся от 66,82 кг СВ сахара, равно

$$66,82 \cdot 2,36 / 100 = 1,58 \text{ кг СВ.}$$

Принимая во внимание потери сухих веществ в размере 4,2% от образовавшегося прироста сухих веществ, которые составляют 0,066 кг СВ ($1,58 \cdot 4,2 / 100$), определяем общее количество сухих веществ, содержащихся в 100 дал напитка.

Полученные при расчете данные расхода сырья на производство напитка «Дюшес», купажный сироп которого готовят холодным способом, приведены в табл. 5.3.

2. Расчет расхода сырья на производство 100 дал напитка, купажный сироп которого готовят полугорячим способом. При полугорячем способе производства купажного сиропа для определения расхода сахара и сока принимают фактические общие потери сухих веществ только для сахара и той части сока, которая внесена в сироповарочный котел для совместного упаривания. Для расчета расхода остальной части сока и других компонентов, входящих в напиток, принимают потери сухих веществ на двух остальных стадиях производства — приготовления купажного сиропа и розлива напитка.

5.3. Расход сырья на производство 100 дал напитка «Дюшес»

Сырье	Расход сырья	Содержание сухих веществ в сырье		Потери сухих веществ	
		%	кг	%	кг
Сахар, кг	66,92	99,85	66,82	4,2	2,81
Кислота лимонная, кг:					
для инверсии сахарозы	0,524	90,97	0,477	4,2	0,02
для приготовления купажного сиропа	0,934	90,97	0,850	3,2	0,027
Эссенция, л	0,2	—	—	3,2	—
Колер, кг	1,2	70	0,84	3,2	0,027
Диоксид углерода, кг	16	—	—	—	—
Прирост сухих веществ за счет 45%-ной инверсии сахарозы	—	100	1,58	4,2	0,066
Итого	—	—	70,57	—	2,95
Всего сухих веществ в 100 дал готового напитка за вычетом потерь сухих веществ 2,95 кг	—	—	67,62	—	—

Расход сахара на производство 100 дал готового напитка, купажный сироп которого готовят полугорячим способом, определяют так же, как и расход сахара для напитков, купажные сиропы которых готовят холодным способом. Расчет производят по формулам (5.1) и (5.2).

Расход сока для приготовления 100 дал напитка рассчитывают как сумму расхода той части сока, которая вносится в сироповарочный котел для совместного упаривания с сахаром с учетом потерь сухих веществ (P) и расхода той части сока, которая вносится в купажный сироп с учетом потерь сухих веществ ($P - P_1$).

На варку сахарного сиропа расходуется 50% сока. Расход сока, который вносится в сироповарочный аппарат, в пересчете на сухие вещества, кг,

$$H_{д1} = D_0 B_2 \cdot 100 / [2(100 - P)], \quad (5.14)$$

где D_0 — содержание сока в 100 дал готового напитка по рецептуре, л; B_2 — содержание сухих веществ в 1 л сока, кг; P — фактические общие потери сухих веществ, %.

Полученное значение расхода сока переводят в объемные единицы измерения:

$$H_{о1} = H_{д1} / B_2, \quad (5.15)$$

где $H_{о1}$ — количество сока, вносимого в сироповарочный котел, л.

Расход для той части сока, которая вносится в купажный сироп с учетом потерь сухих веществ, кг,

$$H_{д2} = \frac{D_0 B_2 \cdot 100}{2[100 - (P - P_1)]}, \quad (5.16)$$

где P_1 — потери сухого вещества на стадии варки сахарного сиропа, %.

Полученное значение расхода сока переводят в объемные единицы измерения:

$$H_{o2} = H_{n2} / B_{22} \quad (5.17)$$

где H_{o2} — количество сока, вносимого в купажный сироп, л.

Расход сока на приготовление 100 дал напитка полугорячим способом определяют по формулам:

а) в пересчете на сухие вещества, кг,

$$H_n = H_{n1} + H_{n2}; \quad (5.18)$$

б) в пересчете на объемные единицы измерения, л,

$$H_o = H_{o1} + H_{o2}. \quad (5.19)$$

3. Расчет расхода лимонной кислоты. Расход лимонной кислоты на 100 дал готового напитка зависит от содержания сухих веществ лимонной кислоты, вносимой в напиток с соком, его определяют как разность между содержанием сухих веществ кислоты в 100 дал готового напитка с учетом потерь сухих веществ и содержанием сухих веществ лимонной кислоты, вносимой с соком.

Содержание лимонной кислоты в 100 дал готового напитка с учетом потерь сухих веществ, кг,

$$K_n = K_p B / [100 - (P - P_1)], \quad (5.20)$$

где K_p — содержание лимонной кислоты в 100 дал готового напитка, которое определяют по рецептуре, кг; B — содержание сухих веществ в лимонной кислоте, %; P — фактические общие потери сухих веществ, %; P_1 — потери сухих веществ на стадии варки сиропа, %.

Содержание сухих веществ лимонной кислоты, вносимой с соком, кг,

$$a = K H_o / 100, \quad (5.21)$$

где K — содержание сухих веществ лимонной кислоты в 100 мл сока, г; H_o — норма расхода сока на приготовление 100 дал напитка, л.

Рассчитав содержание сухих веществ в 100 дал готового напитка с учетом потерь сухих веществ и содержание сухих веществ лимонной кислоты, вносимой с соком, определяют расход лимонной кислоты (в кг) на 100 дал готового напитка:

а) в пересчете на сухие вещества

$$H_{kc} = K_n - a; \quad (5.22)$$

б) в натуральной массе

$$H_m = H_{kc} \cdot 100 / B. \quad (5.23)$$

4. Расход колера на производство 100 дал готового напитка, купажный сироп которого готовят полугорячим способом. Определяют так же, как и расход колера для напитков, купажные сиропы которых готовят холодным способом. Расчет производят по формулам (5.12) и (5.13).

Прирост сухих веществ за счет инверсии сахарозы при приготовлении купажного сиропа горячим и полугорячим способами рассчитывают с учетом 30%-ной инверсии сахарозы.

Расход сырья для напитков, купажный сироп которых готовят горячим способом, производят аналогично, с той лишь разницей, что при расчете расхода плодово-ягодного сока потери сухих веществ принимают в размере фактических потерь сухих веществ на всех стадиях производства.

Пример 8. Расчет расхода сырья на приготовление 100 дал напитка «Вишня» на спиртованном соке (цифры условные) произведен с учетом, что общие потери сухих веществ при выработке напитка составляют 4,2%, в том числе при варке сахарного сиропа 1,0%.

Согласно рецептуре в 100 дал напитка «Вишня» должно содержаться 66,05 кг сухих веществ сахара, сока вишневого 95,53 л, сухих веществ сока 11,4 г/100 см³, кислоты лимонной (1,408-а) кг (а — количество кислоты, содержащейся в соке), колера 0,047 кг СВ.

Расход сахара на приготовление 100 дал напитка «Вишня» с учетом принятых потерь сухих веществ определяем по формуле (5.1):

$$P_{c1} = 66,05 \cdot 100 / (100 - 4,2) = 68,95 \text{ кг СВ}$$

или, подставив значение в формулу (5.2), получим

$$P_{c2} = 68,95 \cdot 100 / 99,85 = 69,05 \text{ кг.}$$

Для расчета расхода сока на 100 дал напитка вначале определяют расход той части сока, которая вносится в сироповарочный котел.

Подставив значения в формулу (5.14), имеем:

$$H_{д1} = 95,53 \cdot 0,114 \cdot 100 / [2(100 - 4,2)] = 5,684 \text{ кг СВ или}$$

$$H_{o1} = 5,684 / 0,114 = 49,859 \text{ л.}$$

Расход той части сока, которая вносится в купажный сироп, определяют по формулам (5.16) и (5.17):

$$H_{д2} = \frac{95,53 \cdot 0,114 \cdot 100}{2[100 - (4,2 - 1)]} = 5,625 \text{ кг СВ или}$$

$$H_{o2} = 5,625 / 0,114 = 49,342 \text{ л.}$$

Расход сока на 100 дал напитка определяют по формулам (5.18) и (5.19):

а) в пересчете на сухие вещества

$$H_{д} = 5,684 + 5,625 = 11,309 \text{ кг СВ;}$$

б) в пересчете на объемные единицы

$$H_{o} = 49,86 + 49,34 = 99,20 \text{ л.}$$

Для расчета расхода лимонной кислоты на 100 дал напитка вначале определяют содержание сухих веществ кислоты в 100 дал готового напитка с учетом потерь сухих веществ. Расчет производят по формуле (5.20).

Подставив значения, имеем:

$$K_{н} = 1,408 \cdot 90,97 / [100 - (4,2 - 1,0)] = 1,323 \text{ кг СВ.}$$

Содержание сухих веществ лимонной кислоты, вносимой с соком, вычисляют по формуле (5.21):

$$a = 1,2 \cdot 99200 / 100 = 1,190 \text{ кг СВ,}$$

где 1,2 — содержание сухих веществ лимонной кислоты в 100 мл вишневого сока согласно ОСТ 18-310—77.

Расход лимонной кислоты на 100 дал напитка согласно формулам (5.22) и (5.23) составит:

а) в пересчете на сухие вещества

$$H_{\text{кв}} = 1,323 - 1,190 = 0,133 \text{ кг СВ;}$$

б) в натуральной массе

$$H_{\text{м}} = 0,133 \cdot 100 / 90,97 = 0,146 \text{ кг.}$$

Расход колера на 100 дал напитка согласно формулам (5.12) и (5.13) составит:

а) в пересчете на сухие вещества

$$\mathcal{E}_{\text{п}} = 0,047 \cdot 100 / [100 - (4,2 - 1)] = 0,049 \text{ кг СВ;}$$

б) в натуральной массе

$$\mathcal{E}_{\text{м}} = 0,049 \cdot 100 / 70,0 = 0,07 \text{ кг.}$$

Прирост сухих веществ за счет инверсии сахарозы при 100%-ной инверсии составляет 5,26 кг на 100 кг сахарозы. Купажный сироп для напитка «Вишня» готовят полугорячим или горячим способом, что указывает на 30%-ную инверсию сахарозы. При этом прирост сухих веществ составляет 1,58 кг.

Количество сухих веществ, образующихся от 68,95 кг сухих веществ сахара,

$$68,95 \cdot 1,58 / 100 = 1,09 \text{ кг СВ.}$$

Учитывая потери сухих веществ (4,2%) от образующегося прироста сухих веществ, которые составляют 0,046 кг СВ (1,09 · 4,2/100), рассчитывают общее количество сухих веществ, содержащихся в 100 дал напитка. Полученные данные по расходу сырья для напитка «Вишня» сведены в табл. 5.4.

5.4. Расход сырья на производство 100 дал напитка «Вишня»

Сырье	Расход сырья	Содержание сухих веществ в сырье		Потери сухих веществ	
		%	кг	%	кг
Сахар, кг	69,05	99,85	68,95	4,2	2,90
Сок вишневый, л:					
в сироп	49,86	11,4 г/100 см ³	5,684	4,2	0,24
в купаж	49,34	—	5,625	4,2	0,24
Кислота лимонная, кг	0,146	90,97	0,133	3,2	0,004
Колер, кг	0,07	70	0,049	3,2	0,002
Диоксид углерода, кг	16	—	—	—	—
Прирост сухих веществ за счет 30%-ной инверсии сахарозы	—	100	1,09	4,2	0,046
Итого	—		81,55		3,43
Всего сухих веществ в 100 дал готового напитка за вычетом потерь сухих веществ 3,43	—		78,12		—

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

1. Определение потерь сухих веществ на стадии варки сахарного сиропа. Потери сухих веществ на этой стадии вычисляют по разнице сухих веществ сахара и других сахаросодержащих продуктов (брак напитка, промывные воды и др.), взятых на варку сиропа, и сухих веществ, содержащихся в готовом сахарном сиропе.

1.1. Расчет сухих веществ сахара, загружаемого в сироповарочный аппарат. Сахар в мешках взвешивают и засыпают в сироповарочный аппарат. Пустые мешки взвешивают отдельно.

Масса сахара (нетто), загружаемого в котел, кг,

$$A_3 = A_1 - A_2, \quad (5.24)$$

где A_1 — масса мешков с сахаром, кг; A_2 — масса пустых мешков, кг.

Масса сухих веществ сахара, загружаемого в сироповарочный аппарат, кг,

$$A = A_3 B_c / 100, \quad (5.25)$$

где B_c — содержание сухих веществ в сахаре, %.

Пример 9. Масса сахара нетто A_3 составляет 380 кг, содержание сухих веществ в сахаре 99,85%.

Масса сухих веществ сахара

$$A = 380 \cdot 99,85 / 100 = 379,4 \text{ кг.}$$

1.2. Расчет сухих веществ промывных вод (брака), используемых при варке сахарного сиропа. При варке сахарного сиропа используется (при наличии) брак (промывные воды, слив и т. д.) из предыдущего цикла производства. Определяют объем брака при 20 °С, содержание сухих веществ в нем сахаромером и рассчитывают массу сухих веществ a , внесенных с браком в сироповарочный аппарат.

Пример 10. Объем брака при 20 °С составляет 360 л; содержание сухих веществ в браке по показанию сахаромера 6,7 г в 100 г брака, или 68,65 г в 1 л брака.

Общее содержание сухих веществ в браке

$$a = 360 \cdot 0,06865 = 24,71 \text{ кг.}$$

1.3. Расчет сухих веществ в готовом сахарном сиропе. В готовом сиропе определяют объем при 20 °С, содержание сухих веществ сахаромером и рассчитывают массу сухих веществ b в сахарном сиропе.

Пример 11. Объем сиропа при 20 °С составляет 494 л. Содержание сухих веществ сиропа по показанию сахаромера 60 г/100 г, или 771,87 г сухих веществ в 1 л сиропа.

Общее содержание сухих веществ в сиропе

$$b = 494 \cdot 0,77187 = 381,3 \text{ кг.}$$

1.4. Расчет сухих веществ в промывных водах. По окончании варки сахарного сиропа и перекачивании его начинают промывать сироповарочный аппарат, фильтр-ловушку, коммуникации горячей

водой, а затем определяют объем промывных вод при 20 °С, содержание сухих веществ в них сахаромером и рассчитывают содержание сухих веществ v , находящихся в промывных водах (в кг). Полученные промывные воды используют для варки последующих партий сахарного сиропа.

Пример 12. Объем промывных вод с оборудования 320 л. Содержание сухих веществ в промывных водах 6,6 г/100 г, или 67,60 г сухих веществ в 1 л промывных вод.

Общее содержание сухих веществ в промывных водах

$$v = 320 \cdot 0,0676 = 21,63 \text{ кг.}$$

1.5. Расчет потерь сухих веществ на стадии варки сахарного сиропа. Всего внесено сухих веществ сырья на варку сахарного сиропа, кг,

$$A_4 = A + a. \quad (5.26)$$

Пример 13.

$$A_4 = 379,4 + 24,71 = 404,11 \text{ кг.}$$

Получено всего сухих веществ в готовом сахарном сиропе и промывных водах, кг,

$$A_5 = b + v. \quad (5.27)$$

Пример 14.

$$A_5 = 381,3 + 21,63 = 402,93 \text{ кг.}$$

Потери веществ X_1 на стадии варки сахарного сиропа определяют по разности между содержанием сухих веществ A_4 , внесенных на варку сахарного сиропа, и содержанием сухих веществ b в готовом сиропе и промывных водах v (A_5):

$$X_1 = A_4 - A_5. \quad (5.28)$$

Пример 15.

$$X_1 = 404,11 - 402,93 = 1,18 \text{ кг,}$$

или

$$1,18 \cdot 100 / 404,11 = 0,29\%.$$

2. Расчет потерь сухих веществ на стадии приготовления купажного сиропа. Определение производят по разнице сухих веществ, внесенных с сахарным сиропом и другими компонентами, используемыми для приготовления купажного сиропа, и сухими веществами, содержащимися в отфильтрованном купажном сиропе и промывных водах (мойки фильтра, купажных чанов, коммуникаций).

2.1. Расчет сухих веществ нефильтрованного купажного сиропа. Количество сухих веществ B купажного сиропа до фильтрации определяют по сумме сухих веществ b сахарного сиропа, взятого для приготовления купажа, и сухих веществ d компонентов, внесенных в купажа,

$$B = b + d. \quad (5.29)$$

Пример 16. Содержание сухих веществ в сахарном сиропе 381,3 кг. Внесено сухих веществ: с колером 0,24 кг, с вишневым соком 54,45 кг, с лимонной кислотой 0,65 кг. Содержание сухих веществ в нефильтрованном купажном сиропе составит

$$B = 381,3 + 0,24 + 54,45 + 0,65 = 436,7 \text{ кг.}$$

2.2. Расчет сухих веществ фильтрованного купажного сиропа. Замеряют объем фильтрованного купажного сиропа, определяют сахаромером содержание сухих веществ в нем и рассчитывают содержание сухих веществ B , находящихся в фильтрованном купажном сиропе.

Пример 17. Объем фильтрованного купажного сиропа 1032 л. Содержание сухих веществ в сиропе 34,0 г/100 г, или 389,76 г сухих веществ в 1 л фильтрованного купажного сиропа.

Общее содержание сухих веществ в фильтрованном купажном сиропе

$$B = 1032 \cdot 0,38976 = 402,2 \text{ кг.}$$

2.3. Расчет сухих веществ в промывных водах. После фильтрования купажного сиропа фильтр-пресс, купажный бак и коммуникации промывают холодной водой. Определяют объем промывных вод при 20 °С, содержание сухих веществ в них (показания сахаромера) и рассчитывают содержание сухих веществ e в промывных водах. Полученные промывные воды используют для варки последующей партии сахарного сиропа.

Пример 18. Объем промывных вод 311 л. Содержание сухих веществ 8,2 г/100 г, или 84,52 г сухих веществ в 1 л промывных вод.

Содержание сухих веществ в промывных водах

$$e = 311 \cdot 0,08452 = 26,28 \text{ кг.}$$

2.4. Расчет потерь сухих веществ на стадии приготовления купажного сиропа. Как сказано выше, потери сухих веществ X_2 на стадии купаживания определяют по разности между содержанием сухих веществ B , внесенных в купажный сироп с сахарным сиропом и компонентами, и содержанием сухих веществ A_6 фильтрованного купажного сиропа B и промывных вод e :

$$A_6 = B + e; \quad (5.30)$$

$$X_2 = B - A_6; \quad (5.31)$$

Пример 19. Всего получено сухих веществ A_6 с фильтрованным купажным сиропом и промывными водами:

$$A_6 = 402,2 + 26,28 = 428,48 \text{ кг;}$$

$$X_2 = 436,7 - 428,48 = 8,22 \text{ кг,}$$

$$\text{или } X_2 = 8,22 \cdot 100 / 436,7 = 1,88\%.$$

3. Расчет потерь сухих веществ на стадии розлива напитков. Полученный фильтрованный купажный сироп передают на розлив. Отбракованную при розливе продукцию собирают в отдельный бачок, замеряют ее объем, содержание сухих веществ сахаромером и определяют содержание сухих веществ в браке.

Отбракованную продукцию передают на варку последующих партий сахарного сиропа.

Потери сухих веществ на стадии розлива, кг,

$$X_3 = B - (Г + ж), \quad (5.32)$$

где B — содержание сухих веществ в фильтрованном купажном сиропе, кг; $Г$ — содержание сухих веществ в готовой продукции, кг; $ж$ — содержание сухих веществ в отбракованной продукции и промывных водах, кг.

Пример 20. Содержание сухих веществ: в фильтрованном купажном сиропе 402,2 кг, в готовой продукции 388,4 кг, в бракованной продукции и промывных водах 5,0 кг. Изготовлено 497 дал напитка. В 1 л готового напитка с массовой долей сухих веществ 7,6% содержится 78,15 г сухих веществ.

Потери сухих веществ на стадии розлива

$$X_3 = 402,2 - (388,4 + 5,0) = 8,8 \text{ кг,}$$

$$\text{или } X_3 = 8,8 \cdot 100 / 402,2 = 2,19\%.$$

Полученные общие потери сухих веществ при розливе следует расшифровать. Эти потери могут складываться из потерь от боя бутылок с напитком; бутылок с напитком, взятых в лабораторию для анализа; бутылок с напитком, взятых для дегустации; выброса напитка из бутылок при сильном вспенивании и др.

4. Потери сухих веществ по стадиям производства $X_{\text{сн}}$. Определяют как сумму потерь сухих веществ при варке сахарного сиропа X_1 , приготовлении купажного сиропа X_2 , розливе напитка X_3 .

Пример 21. Определить потери сухих веществ по стадиям производства, если

$$X_1 = 1,18 \text{ кг, } X_2 = 8,22 \text{ кг, } X_3 = 8,8 \text{ кг.}$$

$$X_{\text{сн}} = 1,18 + 8,22 + 8,8 = 18,2 \text{ кг.}$$

5. Расчет общих потерь сухих веществ в производстве по балансу сухих веществ в сырье, готовой продукции и в производственном браке. Общие потери сухих веществ в производстве рассчитывают по разности между сухими веществами, внесенными в напиток с сырьем, и суммой сухих веществ в готовой продукции, в промывных водах и производственном браке, которые используются для приготовления последующих партий сахарного сиропа.

Пример 22. Содержание сухих веществ, внесенных на варку сиропа, 404,11 кг, колера 0,24 кг, вишневого сока 54,45 кг, лимонной кислоты 0,65 кг. Общее количество сухих веществ, внесенных с сырьем: $(404,11 + 0,24 + 54,45 + 0,65) = 459,45$ кг.

Получено сухих веществ с готовой продукцией $Г = 400,43$ кг.

Получено сухих веществ с промывными водами и браком:

$$(21,63 + 26,28 + 5,0) = 52,91 \text{ кг.}$$

Потери сухих веществ

$$X = 459,45 - (400,43 + 52,91) = 18,2 \text{ кг,}$$

или

$$X = 18,2 \cdot 100 / 459,45 = 3,96\%.$$

Глава 6. ПРОИЗВОДСТВО КВАСА

6.1. ХАРАКТЕРИСТИКА КВАСОВ И НАПИТКОВ НА ХЛЕБНОМ СЫРЬЕ

Хлебный квас — напиток с кисловато-сладковатым вкусом и ароматом, обладающий жаждоутоляющим и освежающим свойствами. Он содержит углеводы (сахарозу, мальтозу, декстрины), аминный азот, обуславливающие питательную ценность кваса. Диоксид углерода, молочная кислота, меланоидины, спирт, альдегиды придают напитку специфический вкус.

Ассортимент квасов и напитков на хлебном сырье, выпускаемых безалкогольной промышленностью, представлен следующими наименованиями:

квасы, вырабатываемые методом брожения: хлебный, для окрошки, Днепровский, хлебный для работников горячих цехов, Яблочный;

квасы бутылочного розлива и напитки из хлебного сырья: квасы — Русский, Московский, Литовский, Ароматный, Медовый, Мятный, квас с хреном; напитки на хлебном сырье — «Здоровье», «Осень», «Останкинский», «Рижский солодовый», «Богатырский» и др.

Квасы, приготовляемые методом брожения, представляют собой продукт незаконченного спиртового и молочнокислого брожения квасного суслу, получаемого из смеси экстрактивных веществ хлебного сырья или яблочного экстракта и сахарного сиропа с добавлением в некоторые их виды молочной сыворотки, аскорбиновой кислоты, хлорида натрия, хлорида кальция, кальция фосфорнокислого.

Квасы бутылочного розлива и напитки из хлебного сырья — непрозрачные, коричневого цвета, кисло-сладкие на вкус или имеют приятную горчинку (например, напитки «Здоровье» и «Рижский солодовый»). Вкус и аромат их зависят от использованного сырья и различных добавок: хлебный (квасы Московский, Русский), солодовый (напитки «Здоровье», «Рижский солодовый»), с медовым оттенком (квас Медовый, напиток «Останкинский»), с запахом тмина (квас Литовский) и др.

6.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА КВАСА

Технологический процесс производства хлебного кваса методом брожения состоит из следующих стадий: приготовление суслу → приготовление сахарного сиропа и колера → приготовление комбиниро-

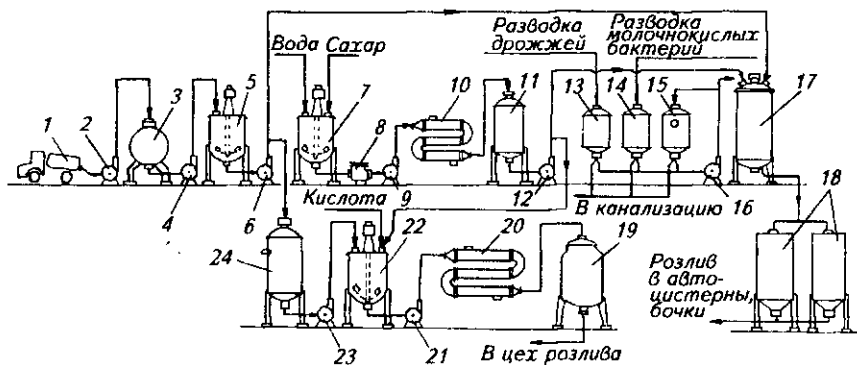


Рис. 6.1. Технологическая схема приготовления хлебного и газированных квасов бутылочного розлива

ванной разводки чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий → брожение сусла → купажиrowание сброженного сусла → розлив кваса.

Технология выработки кваса бутылочного розлива включает следующие стадии: приготовление сахарного и купажного сиропов → приготовление колера → насыщение воды или напитка диоксидом углерода → розлив кваса и напитков.

Технологическая схема приготовления хлебного и газированных квасов бутылочного розлива из концентрата квасного сусла приведена на рис. 6.1.

Концентрат квасного сусла поступает в автоцистернах или железнодорожных цистернах, стальных бачках и металлических флягах. Из цистерны 1 концентрат насосом 2 перекачивают в сборник 3 для хранения.

Приготовление хлебного кваса. Из сборника 3 концентрат перекачивают насосом 4 в аппарат 5 для разбавления водой. Разбавленный концентрат квасного сусла насосом 6 направляют в бродильно-купажный аппарат 17, куда задают комбинированную разводку, определенное количество сахарного сиропа, а затем хорошо перемешивают.

Сахарный сироп, приготовленный в сироповарочном котле 7, через фильтр-ловушку 8 насосом 9 подают на охлаждение в теплообменник 10 и далее в сборник 11.

Комбинированную закваску получают в сборнике 15, куда предварительно вносят из сборника 13 разводку чистых культур дрожжей и из сборника 14 разводку чистых культур молочнокислых бактерий. Готовую комбинированную разводку из сборника 15 перекачивают насосом 16 в бродильно-купажный аппарат 17, куда насосом 6 из аппарата 5 поступает также разбавленный концентрат квасного сусла.

После сбраживания полученное квасное сусло охлаждают и отделяют в нем дрожжи в бродильно-купажном аппарате 17, а затем добавляют расчетное количество сахарного сиропа, подаваемого из сборника 11 насосом 12, и колера. Купаж кваса хорошо перемешивают и под давлением диоксида углерода направляют в напорные мерники 18, откуда готовый квас поступает на розлив в автотермоцистерны или бочки.

Приготовление Московского и Русского кваса. Разбавленный концентрат квасного сусла из аппарата 5 насосом 6 перекачивают в сборник 24, откуда с помощью насоса 23 направляют в купажный аппарат 22. Для приготовления купажного сиропа Московского и Русского квасов помимо концентрата в аппарат поступают сахарный сироп из сборника 11 и молочная кислота (для Московского кваса) или лимонная кислота (для Русского кваса). После перемешивания готовый купаж насосом 21 направляют в теплообменник 20 и далее в напорный сборник-мерник 19, имеющий охлаждающую рубашку. Готовый купажный сироп из сборника 19 направляют в синхронно-смесительную установку, где смешивают сироп с охлажденной и насыщенной диоксидом углерода водой. Готовый Московский или Русский квас разливают в бутылки.

При отсутствии на производстве синхронно-смесительной установки готовый купажный сироп дозируют в бутылки с последующим доливом водой, насыщенной диоксидом углерода, на разливочном автомате. В остальном розлив кваса в бутылки идентичен изложенному выше для пива и безалкогольных напитков.

6.3. ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБНОГО КВАСА

6.3.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КВАСНОГО СУСЛА

Квасное сусло готовят в основном двумя способами: настойным и с применением концентрата квасного сусла.

Настойный способ. Этот способ основан на извлечении экстрактивных веществ квасных ржаных хлебцов или сухих хлебопродуктов путем настаивания с водой. Однократным настаиванием можно извлечь только около 50% экстрактивных веществ, поэтому для более полного извлечения производят трехкратное настаивание. При увеличении числа настаиваний свыше трех выход повышается незначительно. Выход экстрактивных веществ зависит от температуры воды, применяемой для настаивания: чем она выше, тем полнее извлекаются экстрактивные вещества. Настаивание производят при 70 °С, так как при более высокой температуре сусло приобретает вкус вареного продукта.

Процесс настаивания проводят следующим образом. В настойный аппарат набирают горячую воду, засыпают при помешивании сухие хлебопродукты или измельченные квасные хлебцы,

тщательно перемешивают, настаивают определенное время, сливают полученное сусло и вновь заливают водой. Температура воды для первого настаивания 80...90 °С, для второго и третьего — 60...70 °С. Длительность перемешивания при первом заливе 30 мин, при втором и третьем заливах — 20 мин; длительность настаивания для получения первого сусла 1,5...2 ч, второго сусла — 1,5, третьего сусла — 1 ч. Полученные три порции сусла охлаждают до 25...30 °С, смешивают и направляют на брожение. Общее сусло для хлебного кваса должно содержать сухих веществ не менее 1,6 г в 100 г сусла; объем сусла должен быть равным объему приготавливаемого кваса.

При производстве сусла для крошечного кваса используют ржаную муку, ячменный и ржаной солод. Ржаную муку предварительно заваривают кипящей водой (10 частей воды на 1 часть муки). После заварки содержимое перемешивают, а затем охлаждают до 55 °С и добавляют дробленый ржаной и ячменный солод и воду температурой 70...73 °С. Далее сусло готовят настойным способом. Общее сусло должно содержать сухих веществ не менее 1,3 г в 100 г сусла. Объем сусла должен быть равен объему приготавливаемого кваса.

Способ с применением концентрата квасного сусла. Квасное сусло приготавливают, предварительно разбавив концентрат в 2...2,5 раза водой температурой 30...35 °С. Концентрат квасного сусла вносят при постоянном перемешивании в количестве 70% от нормы, предусмотренной рецептурой. Оставшееся количество (30%) концентрата добавляют при купажировании кваса. Однако разрешено приготавливать квасное сусло из всего количества концентрата, предусмотренного рецептурой.

Квасное сусло после разбавления вносят в бродильный или бродильно-купажный аппарат и добавляют воду температурой 30...35 °С из расчета получения сусла с содержанием сухих веществ 1,4 г в 100 г сусла для хлебного кваса, кваса для горячих цехов и кваса «Днепровский», 1,0 г на 100 г сусла для крошечного кваса.

Для кваса «Днепровский» предусматривают помимо концентрата квасного сусла внесение концентрата молочной сыворотки, предварительно разведенного водой температурой 50...70 °С до содержания сухих веществ 15...30 г в 100 г.

При использовании концентрата во многом упрощается процесс приготовления сусла, он практически сводится к простому растворению концентрата в воде вместо длительного процесса настаивания. Вследствие этого увеличивается оборачиваемость настойных аппаратов, а также сокращается расход пара, электроэнергии, холода и рабочей силы на приготовление квасного сусла.

Для охлаждения квасное сусло перед сбраживанием направляют в теплообменник.

6.3.2. ПРИГОТОВЛЕНИЕ САХАРНОГО СИРОПА И КОЛЕРА

При выработке квасов,готавливаемых путем брожения, а также квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье сахарный сироп и колер готовят так же, как в безалкогольном производстве. При этом инвертный сахарный сироп не используют для получения хлебного кваса,готавливаемого путем брожения.

6.3.3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАКВАСКИ ИЗ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР ДРОЖЖЕЙ И МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Для сбраживания квасного сусла используют специальные дрожжи и молочнокислые бактерии — культурные, отличающиеся друг от друга по ряду признаков — расы (штаммы).

Чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий представляют собой потомство одной клетки определенной расы, отобранной в результате селекции с учетом требований приготовления кваса. Из квасного сусла, сброженного дрожжами чистой культуры, получают напиток с характерным запахом и вкусом. В то же время использование хлебопекарных дрожжей отрицательно сказывается на вкусе и стойкости напитка.

В квасоваренном производстве применяют сушеные квасные дрожжи расы М или чистую культуру квасных дрожжей той же расы, квасные дрожжи расы 131-К, С-2, винные, Штейнберг 6, Киевские, Днепропетровские 6 и хлебопекарные дрожжи, а также квасные и молочнокислые бактерии рас 11 и 13.

Чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий поступают на предприятия в пробирках, ампулах на плотной или жидкой питательной среде. Комбинированную закваску готовят по схеме, приведенной на рис. 6.2.

Хранение чистых культур в лаборатории. Чистую культуру дрожжей хранят на скошенном сусловом агаре в стеклянных пробирках, а молочнокислые бактерии — в солодовом сусле с мелом и пивной дробинкой в запаянных стеклянных ампулах при температуре 6...7 °С не более 1 мес. Приготовление комбинированной закваски сводится к постепенному наращиванию массы активных клеток, достаточной для сбраживания требуемого количества квасного сусла. С этой целью чистые культуры микроорганизмов вначале разводят в микробиологическом боксе лаборатории, а затем в отделении чистых культур и на производстве.

Разведение чистых культур микроорганизмов. Технология разведения чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий предусматривает серию пересевов с последовательным увеличением объемов квасного сусла и посевного материала.

Разведение чистых культур дрожжей в лаборатории. Чистые культуры разводят на стерильном сусле с массовой долей сухих веществ 8%.

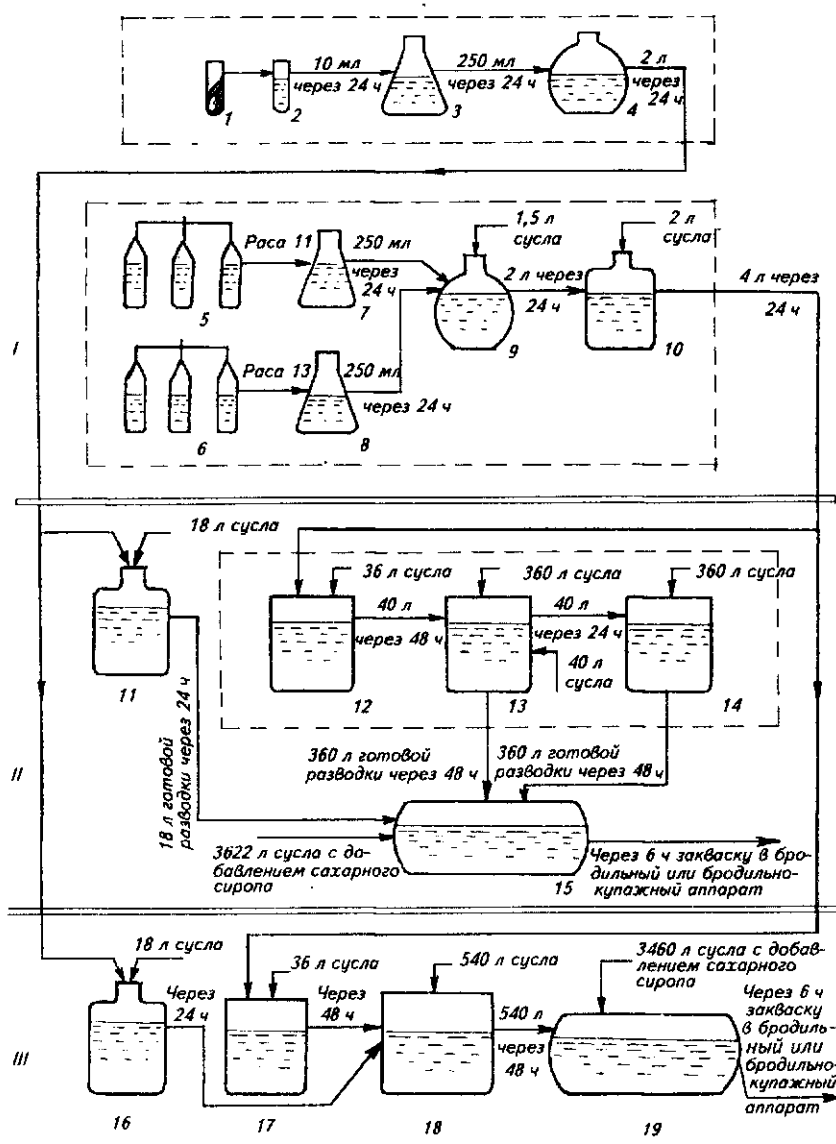


Рис. 6.2. Схема приготовления комбинированной разводки чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий

Штамм чистой культуры дрожжей из пробирки 1 (см. рис. 6.2) пересеивают в пробирку 2 с 10 мл стерильного сусла, которую помещают в термостат на 24 ч при температуре 30 °С. Из пробирки 2 забродившее сусло с дрожжами переносят в колбу 3 емкостью 0,5 л с 250 мл стерильного сусла, перемешивают, не допуская смачивания пробки, а затем выдерживают в термостате 24 ч при 30 °С. Забродившее сусло из колбы 3 переливают в колбу 4 вместимостью 3 л с 1,75 л стерильного сусла, перемешивают и опять помещают в термостат на 24 ч при 30 °С. Бродильную разводку в колбе 4 переносят в отделение чистых культур цеха по производству кваса.

Разведение чистых культур молочнокислых бактерий в лаборатории I. Вначале переносят молочнокислые бактерии расы 11 из трех запаянных стеклянных ампул 5 в колбу 7 с 250 мл стерильного сусла, а бактерии расы 13 из других трех ампул 6 — в колбу 8 с 250 мл стерильного сусла. Колбы 7 и 8 помещают в термостат и выдерживают 24 ч при температуре 28...30 °С. Затем содержимое двух колб переносят в колбу 9 вместимостью 3 л с 1,5 л стерильного сусла, перемешивают и оставляют в термостате на 24 ч при 30 °С. Далее бактериальную разводку переливают в колбу 10 вместимостью 5 л с 2 л стерильного сусла, перемешивают и выращивают 24 ч при 30 °С. Приготовленную молочнокислую разводку в колбе 10 переносят в отделение чистых культур.

Таким образом, в лабораторных условиях разведение чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий производят в три стадии.

Для приготовления разводки указанных выше микроорганизмов в отделении чистых культур цеха по производству кваса применяют два способа разведения культур, один из которых предусматривает раздельное разведение чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий, а второй — смешанное разведение этих микроорганизмов.

Раздельное разведение дрожжей в отделении II чистых культур. Из колбы 4 разводку дрожжей в количестве 2 л направляют в отделение чистых культур, где имеется емкость 11, которую доливают стерильным суслим температурой 25...30 °С до 20 л, получая при этом разведение культуры дрожжей в 10 раз. После тщательного перемешивания содержимое емкости 11 оставляют бродить в течение 24 ч при 25...30 °С. Далее из емкости 11 отбирают 18 л дрожжевой разводки, содержащей в 1 см³ среды не менее 40 млн дрожжевых клеток, и передают в цех производства кваса для приготовления комбинированной закваски.

Для получения последующей дрожжевой разводки необходимо в емкости оставить 2 л дрожжевой разводки и к ней доливать взамен отобранной разводки равное количество стерильного сусла температурой 30 °С.

Добавление стерильного сусла к оставленной дрожжевой разводке можно производить не более 15 раз.

Раздельное разведение молочнокислых бактерий в отделении // чистых культур. При разведении чистой культуры молочнокислых бактерий в отделение из лаборатории поступает бактериальная разводка в количестве 4 л. Данную разводку переливают в емкость 12, которую доливают стерильным суслом температурой 28...30 °С до 40 л, т. е. разводят культуры в 10 раз. Молочнокислую разводку разбраживают двое суток при 30 °С до накопления кислотности 6,8...7,0 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 мл среды. Далее все количество разводки передают в емкость 13 и доливают суслом до объема 400 л (разведение культуры в 10 раз). Через 24 ч из емкости 13 отбирают 10% разводки (40 л) и передают во вторую емкость 14, а затем обе емкости доливают суслом до объема 400 л.

Выращивание разводки в емкости 13 продолжают в течение 24 ч при 30 °С до достижения кислотности 6,8...7,0 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ среды. Полученную разводку (90%, т. е. 360 л) из первой емкости 13 передают в цех, где расположены сборники комбинированной закваски 15. В эти сборники 15 также поступает 90% готовой разводки из второй емкости 14 после разбраживания в течение двух суток при 30 °С.

Готовую разводку, оставшуюся (10%, т. е. 40 л) в емкостях 13 и 14, вновь заливают суслом и ведут дальнейшее выращивание в течение 48 ч при температуре 30 °С. Проведение отъемно-доливного процесса осуществляют в течение семи циклов (1 цикл — 48 ч), а затем разводку заменяют культурой, вновь приготавливаемой в лаборатории.

Кроме того, передача разводки из одной емкости 13 в другую 14 производится только на первом цикле выращивания.

Приготовление смешанной закваски при разделенном разведении чистых культур микроорганизмов. Готовую разводку дрожжей в количестве 18 л и молочнокислых бактерий — 360 л из емкостей 13 или 14 переводят в сборник смешанной закваски 15, где разводят производственным суслом с добавлением сахарного сиропа (25% от нормы его расхода на квас) до 4000 л (разбавление в 10 раз). По истечении 6 ч совместного брожения дрожжей и молочнокислых бактерий готовую закваску направляют для засева в бродильно-купажный или бродильный аппарат. На практике расход смешанной закваски составляет 2...4% объема сусла, сбраживаемого в аппаратах.

Смешанное разведение чистых культур микроорганизмов в отделении чистых культур. Этот способ предусматривает поступление на производство предварительно смешанной разводки дрожжей и молочнокислых бактерий.

Разведение чистой культуры дрожжей. Разводку дрожжей (2 л) из лаборатории передают в отделение чистых культур, где в емкости 16 ее разводят суслом температурой 25...30 °С в 10 раз, т. е. до

20 л. Затем после брожения в течение 24 ч и достижения в 1 мл среды не менее 40 см^3 дрожжевых клеток разводку передают в емкость 18 для предварительно смешанной разводки.

Разведение чистой культуры молочнокислых бактерий. Из лаборатории разводку бактерий (4 л) направляют в емкость 17 отделения III чистых культур, где доливают до 40 л суслom температурой $25 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (разведение культуры в 10 раз). Далее бактериальную разводку разбраживают в течение 48 ч при $30 \text{ }^\circ\text{C}$ до накопления кислотности $6,8 \dots 7,0 \text{ см}^3$ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/ дм^3 на 100 см^3 среды. Приготовленную разводку бактерий передают в емкость 18 для предварительно смешанной разводки.

Приготовление предварительно смешанной разводки. В емкость 18 для предварительно смешанной разводки, заполненную 40 л чистой культуры бактерий, вносят суслom — 540 л температурой $25 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ и разбраживают в течение 24 ч. Далее в эту же емкость 18 передают разводку чистой культуры дрожжей (20 л) и осуществляют совместное разбраживание еще в течение 24 ч до накопления кислотности $6,0 \dots 7,0 \text{ см}^3$ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/ дм^3 на 100 см^3 среды. Таким образом, продолжительность выращивания чистых культур микроорганизмов в емкости 18 составляет 48 ч.

Готовую разводку в количестве 540 л (90% от общего объема) передают в цех, в котором находится емкость 19 для приготовления смешанной закваски.

Для дальнейшего получения предварительно смешанной разводки в емкости 18 60 л разводки (т. е. 10% от общего объема) вновь заливают суслom до 600 л. Разводку выращивают в течение 48 ч при $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Такой отъемно-доливной процесс проводят не более семи циклов (1 цикл — 48 ч), а затем разводку заменяют свежими культурами дрожжей и молочнокислых бактерий, вновь приготовленными в лаборатории.

При совместном культивировании дрожжей и молочнокислых бактерий в емкости предварительно смешанной разводки необходимо контролировать кислотность среды, которая должна быть в пределах $8 \dots 9 \text{ см}^3$ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/ дм^3 на 100 см^3 среды, поскольку при более высокой кислотности понижается жизнедеятельность дрожжей.

Приготовление смешанной закваски. В сборнике 19 смешанной закваски готовую разводку в количестве 540 л разбавляют до 4000 л суслom, в которое добавлено 25% сахара от нормы его расхода на квас.

После 6 л сбраживания готовую закваску передают для засева в бродильно-купажный или бродильный аппарат. При этом объем приготовленной закваски должен составлять 4% общего объема суслom, сбраживаемого в аппаратах.

Для получения смешанной закваски можно отъемно-доливной

процесс осуществлять непосредственно в сборнике смешанной закваски. В этом случае в нем оставляют 50% разводки, а затем доливают до полного рабочего объема суслом, в которое добавлен сахарный сироп. Далее готовую смешанную закваску в объеме 50% направляют в бродильно-купажные или бродильные аппараты в количестве 2% от полного рабочего объема каждого аппарата, а затем заполняют суслом наполовину его объема. По истечении 8...10 ч аппараты заполняют до полного рабочего объема и проводят процесс брожения до накопления необходимой кислотности готового кваса.

После проведения двух циклов работы сборника смешанной закваски его содержимое поступает в бродильный аппарат, но уже в количестве 4%, а затем доливают сусло в бродильный аппарат до полного рабочего объема.

Далее в освободившийся сборник направляют готовую, предварительно смешанную разводку из отделения чистых культур и вновь повторяют цикл выращивания чистых культур дрожжей и молочнокислых микроорганизмов.

Из двух способов разведения чистых культур наиболее рациональный — раздельное выращивание чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий.

Разведение сухих дрожжей и молочнокислых бактерий. Для разводки сухих дрожжей используют квасное сусло, которое вначале подготавливают путем добавления в него сахарного сиропа до массовой доли сухих веществ 8%. Затем сусло кипятят в течение 10 мин и быстро охлаждают в закрытом сосуде до 26...30 °С.

Для разведения дрожжей в чистую бутылку на 20 л задают 100 г сухих дрожжей, заливают 5 л подготовленного сусла, закрывают ватной пробкой, перемешивают в течение 10...20 мин и оставляют на 18 ч при 25...30 °С до интенсивного брожения. Затем вводят 15 л свежего сусла, приготовленного, как сказано выше, и оставляют на 8...12 ч при 25...30 °С.

Из забродившего сусла отбирают 15 л дрожжевой разводки и переводят в закрытый сборник для разводки дрожжей. Взамен отобранной разводки в бутылку добавляют 15 л свежего сусла и оставляют при 25...30 °С на 12...16 ч для интенсивного брожения. Таким образом отбирают дрожжевую разводку 5...6 раз. При этом каждый раз взамен отобранной разводки в бутылку добавляют свежее сусло в том же объеме.

В закрытый сборник после каждого отбора дрожжевой разводки в количестве 15 л приливают 85 л квасного сусла, концентрация которого доведена сахарным сиропом до массовой доли сухих веществ 6%. В этом сборнике квасное сусло бродит 18...20 ч при 26...30 °С, а затем дрожжи поступают в производственный чан на 1000 дал и бродят в течение 12 ч при 26...30 °С.

Для разведения молочнокислых бактерий в чистую бутылку на

20 л вносят 100 г сухих молочнокислых бактерий рас 11 и 13 и приливают 5 л квасного сусла с массовой долей сухих веществ 8%, предварительно стерилизованного и охлажденного до 26...30 °С. Бутыль закрывают ватной пробкой и оставляют на 24 ч при 25...30 °С. Затем добавляют 15 л подготовленного сусла и опять оставляют при 25...30 °С в течение суток. Из бутыли разводку молочнокислых бактерий в количестве 5...6 л на 1000 дал сусла передают в производственный аппарат с сусликом, имеющим температуру 26...30 °С. В этот же аппарат одновременно задают разводку дрожжей, приготовленную, как приведено выше.

Бутыль каждый раз после отбора молочнокислой разводки доводят до первоначального объема свежим квасным сусликом с концентрацией сухих веществ 8% мас. По истечении 6...7 сут разводку молочнокислых бактерий обновляют, а в случае, если в бутыли происходит спиртовое брожение, заменяют новой.

Разведение прессованных хлебопекарных дрожжей. Для разведения прессованных хлебопекарных дрожжей предварительно готовят квасное сусликом следующим образом. В неупаренное сусликом с массовой долей сухих веществ 3,0...3,2% добавляют сахарный сироп до массовой доли сухих веществ 8%. Сусликом кипятят в течение 30 мин и охлаждают до 28...30 °С. Дрожжи в количестве 15 г на 10 дал подготовленного сусла смешивают с водой в соотношении 2:1 при температуре 20...30 °С и полученную суспензию подкисляют до рН 2,7...2,9 добавлением молочной кислоты (40 см³ 40%-ной кислоты на 1 кг прессованных дрожжей) и выдерживают 3 ч при температуре 20...30 °С. Затем в суспензию добавляют пятикратный объем подготовленного сусла и разбраживают в течение 2...3 ч при температуре 20...30 °С, после чего задают в бродильный аппарат.

6.3. 4. БРОЖЕНИЕ КВАСНОГО СУСЛА

Процессы, протекающие при брожении квасного сусла. При сбраживании квасного сусла происходит одновременно процесс спиртового и молочнокислого брожения.

При спиртовом брожении под воздействием комплексных ферментных систем дрожжей гексозы квасного сусла распадаются до конечных продуктов — этилового спирта и диоксида углерода. В процессе брожения также образуются промежуточные и побочные продукты — аминокислоты, янтарная, пировиноградная и другие кислоты, а также бутиловый, амиловый, изоамиловый, пропиловый спирты, диацетил, создающие характерные вкус и аромат кваса.

Гетероферментативные молочнокислые бактерии в квасном сусле вызывают молочнокислое брожение с образованием молочной кислоты и небольших количеств летучих кислот, этилового спирта и диоксида углерода.

Сбраживание квасного сусла дрожжами и молочнокислыми бак-

териями — пример симбиотических, полезных друг другу взаимоотношений микроорганизмов. Молочнокислые бактерии, продуцируя молочную кислоту, создают условия, благоприятные для развития дрожжей, а продукты жизнедеятельности дрожжей, в частности ферменты, стимулируют жизнедеятельность бактерий.

Однако в процессе брожения квасного сусла молочнокислые бактерии могут вступать в антагонистические отношения с дрожжами. Так, если кислотность питательной среды высокая, количество сахара ограничено, то условия для развития бактерий благоприятны, а жизнедеятельность дрожжей подавляется. В результате этого в квасном сусле создают условия для замедления процесса спиртового брожения.

При использовании дрожжей и молочнокислых бактерий для сбраживания квасного сусла можно получать хлебный квас со специфическими вкусом и ароматом.

Способы сбраживания квасного сусла. Брожение квасного сусла ведут в открытых или закрытых бродильных аппаратах, в закрытых бродильно-купажных аппаратах и цилиндрикоконических бродильных аппаратах.

В бродильных аппаратах процесс проводят следующим образом. После залива квасного сусла в аппарат добавляют 25% сахара от количества, предусмотренного рецептурой, в виде сахарного сиропа с содержанием сухих веществ 60...65 г в 100 г сиропа и тщательно перемешивают. Затем вносят комбинированную закваску из чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий в количестве 2...4% к объему сбраживаемого сусла или разводки, приготовленных из высушенных технически чистых культур (дрожжи 0,8%, молочнокислые бактерии 0,06% к объему сусла), или подмоложенные хлебопекарные дрожжи — 0,02% к объему сусла. Однако из-за обсемененности посторонней микрофлорой и непродолжительного срока хранения использовать хлебопекарные дрожжи нецелесообразно.

Брожение квасного сусла ведут при температуре 25...30 °С до понижения истинного содержания сухих веществ в сусле на 1,0% мас. и достижения кислотности не ниже 2,0 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ кваса. Такая кислотность свидетельствует о накоплении молочной кислоты в квасе. Длительность брожения 14...16 ч. По окончании брожения сусло необходимо тщательно отделить от большей части дрожжей, для чего его охлаждают в бродильном аппарате до 5...7 °С. При этом дрожжи оседают на дно аппарата и сброженное сусло осторожно, не задевая дрожжевого осадка, передают в купажный аппарат.

Закрытые бродильно-купажные аппараты (рис. 6.3) применяют для сбраживания квасного сусла и купаживания кваса.

Нижняя часть аппарата — дрожжеотделитель. Для охлаждения аппарата устроена охлаждающая рубашка. В бродильно-купажный аппарат (БКА) подают сусло, охлажденное до 30 °С, добавляют

25% сахара в виде сахарного сиропа и чистую культуру дрожжей и молочнокислых бактерий. Крышку аппарата открывают в первые 5...6 ч брожения и периодически перемешивают квасное сусло, что способствует интенсивному размножению дрожжей. Затем аппарат герметически закрывают и проводят брожение в анаэробных условиях. Выделяющийся диоксид углерода сохраняется в квасе; пространство между поверхностью бродящего сусла и крышкой аппарата заполняется диоксидом углерода и создается давление 0,12...0,15 МПа. После брожения в течение 8 ч сброженное сусло охлаждают до 5...7 °С. Основное количество дрожжей оседает в дрожжеотделителе, камеру которого перекрывают задвижкой. Затем проводят купажирование кваса.

Для ускорения брожения допускается после внесения сахарного сиропа добавлять в квасное сусло для осахаривания крахмала тонкоразмолотый ячменный солод из расчета 5 г на 1 л сусла. В случае недостаточного накопления молочной кислоты в готовое квасное сусло (без сахара) можно вносить комбинированную закваску из чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий в количестве 4% от объема сбраживаемого сусла и производить брожение при 30...32 °С. Через 6 ч после начала брожения добавляют сахарный сироп (25% от количества, предусматриваемого рецептурой). Последующее брожение проводят также при 30...32 °С до понижения содержания сухих веществ в сброженном сусле на 1 г в 100 г сброженного сусла.

При недостаточном накоплении этилового спирта в сусло вносят дрожжи и молочнокислые бактерии отдельно, причем дрожжи на несколько часов раньше.

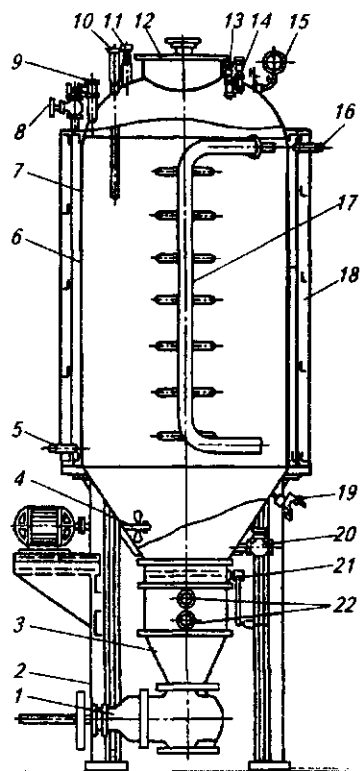


Рис. 6.3. Бродильно-купажный аппарат:

- 1 — задвижка; 2 — опора; 3 — дрожжеотделитель; 4 — мешалка; 5 — штуцер для отвода охлаждающего рассола; 6 — охлаждающая рубашка; 7 — корпус аппарата; 8 — штуцер для отвода воздуха из аппарата; 9 — штуцер для подачи сусла; 10 — термометр; 11 — штуцер для ввода датчика автоматического контроля; 12 — люк; 13 — штуцер для отвода воздуха из рубашки; 14 — штуцер для подачи сиропа; 15 — манометр; 16 — штуцер для подачи охлаждающего рассола; 17 — компенсатор; 18 — термоизоляция; 19 — кран для отбора проб; 20 — сливной штуцер; 21 — заслонка; 22 — смотровые стекла

Цилиндроконические бродильные аппараты (ЦКБА), применяемые для сбраживания квасного сусла, выпускают вместимостью 10, 30, 50 и 100 м³. Аппараты по конструкции близки к аппаратам, применяемым в пивоварении. Они представляют собой резервуары цилиндрической формы, изготовленные из нержавеющей стали. На поверхности этих резервуаров смонтированы охладительные рубашки поясного типа, в нижней конической части имеется штуцер для входа продукта, выпуска отработавших дрожжей и готового кваса, в верхней части установлены предохранительный клапан и штуцер для подсоединения трубопровода, отводящего диоксид углерода через гидравлический затвор, смонтированный в нижней части резервуара. Аппараты оснащены дистанционными термометрами, манометрами, сигнализаторами уровня, шпунтаппаратами.

Процесс приготовления кваса в ЦКБА включает следующие стадии: пастеризация концентрата квасного сусла (ККС) или концентрата обогащенного квасного сусла (КОКС); приготовление квасного сусла; заполнение аппарата; брожение квасного сусла; охлаждение сброженного сусла; отделение дрожжей; купажирование кваса; розлив кваса.

Пастеризацию ККС или КОКС осуществляют путем нагрева его до 75...80 °С в специальных емкостях и выдержки при указанной температуре в течение 30...35 мин, после чего он передается для разведения водой. Допускается пастеризовать в указанном режиме уже разведенный концентрат.

Квасное сусло из концентрата охлаждают до температуры 28±2 °С и перекачивают в аппарат.

Квасное сусло при внесении его в ЦКБА в количестве 70% должно содержать массовую долю сухих веществ 1,2%, а в количестве 100% — массовую долю сухих веществ 2,2%.

Приготовление белого сахарного сиропа и комбинированной закваски производится указанными выше способами (см. главу 5).

Квасное сусло перекачивают в подготовленный ЦКБА при открытом воздушном кране. После заполнения квасным суслом более 50% объема ЦКБА при температуре 28 ±2 °С вносят подмороженные хлебопекарные дрожжи или комбинированную закваску из чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий.

Затем после перемешивания в сусло вносят 25% сахара (от количества, предусмотренного рецептурой) в виде сахарного сиропа с массовой долей сухих веществ 60...65%.

После тщательного перемешивания из аппарата отбирают пробу для определения физико-химических показателей сусла. Давление в аппарате при брожении не должно превышать 0,065 МПа.

Брожение проводят при температуре 28±2 °С до снижения содержания сухих веществ в сусле на 1 г в 100 г сброженного сусла и достижения кислотности не ниже 2 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 мл сусла.

Брожение ведут при перемешивании сусла через каждые 2 ч в течение 30 мин.

По окончании брожения вводят сброженное сусло, охлаждают до температуры 5...7 °С, при этом в нижней конической части аппарата осаждаются дрожжи. Дрожжевой осадок при открытом воздушном кране сливают в сборник отработавших дрожжей.

Окончание процесса слива дрожжевого осадка определяют визуально через смотровое стекло или сливную воронку.

После слива дрожжей производят купажиrowание кваса, добавляя оставшиеся 75% расчетного количества сахара в виде сахарного сиропа и 30% квасного сусла, приготовленного из ККС или КОКС. Затем содержимое тщательно перемешивают.

При снижении потребительского спроса для предотвращения перебродки кваса рекомендуется более глубокое охлаждение кваса до температуры 4...6 °С. Затем квас передают на розлив. Температура кваса при розливе не должна превышать 12 °С.

Брожение квасного сусла в ЦКБА имеет следующие преимущества:

- улучшается качество кваса (бактериальная чистота, обильное насыщение диоксидом углерода и повышенная стойкость);

- сокращается длительность брожения, купажиrowание проводится непосредственно в аппарате;

- уменьшаются затраты труда;

- снижаются производственные потери сусла и кваса, уменьшается расход пара, электроэнергии и холода.

6.3.5. КУПАЖИРОВАНИЕ ХЛЕБНОГО КВАСА

Купажиrowание кваса заключается в смешивании сброженного сусла с сахарным сиропом и колером. При сбраживании квасного сусла в бродильных аппаратах квас купажируют в купажном аппарате. Для этого в сброженное сусло добавляют оставшиеся 75% сахара в виде сахарного сиропа и в случае необходимости колер. Смесь тщательно перемешивают диоксидом углерода и выдерживают в купажном аппарате при охлаждении в течение 30...60 мин; при этом квас охлаждается и частицы хлебоприпасов, попавшие со сброженным суслом из бродильного аппарата, осаждаются, одновременно оставшиеся дрожжи активизируются в результате добавления сахара. В случае ведения брожения в бродильно-купажном аппарате купажиrowание кваса проводят непосредственно в аппарате.

Количество добавляемого при купажиrowании кваса сахарного сиропа, л,

$$X = K(a - a_1)/a_2,$$

где K — объем купажируемого кваса, л; a , a_1 , a_2 — содержания сухих веществ в l и соответственно готового кваса, исходного квасного сусла, сахарного сиропа, г.

При купажировании сброженного сула, приготовленного из концентрата квасного сула, вносят кроме сахарного сиропа также и оставшийся концентрат — 30% от нормы, предусмотренной рецептурой.

В хлебный квас для горячих цехов при купажировании добавляют расчетное количество хлорида кальция, фосфата калия, хлорида натрия и аскорбиновой кислоты.

Порядок купажирования следующий: к сброженному сулу добавляют сахарный сироп, при непрерывном перемешивании вносят раствор солей, а через 5 мин — раствор аскорбиновой кислоты. Готовый квас перемешивают и охлаждают до температуры не выше 12 °С.

6.3.6. РОЗЛИВ И ХРАНЕНИЕ БОЧКОВОГО ХЛЕБНОГО КВАСА

Хлебный квас разливают в транспортную тару: автотермоцистерны, изотермические автоцистерны и бочки.

Транспортную тару наполняют квасом на специальных разливочных станциях, оборудованных сборниками-мерниками, или непосредственно из купажных аппаратов, БКА и ЦКБА при помощи разливочных шлангов.

При наполнении транспортной тары открытым способом через разливочные шланги происходят потеря диоксида углерода и ухудшение качества кваса. Для исключения потери диоксида углерода следует разливать квас изобарическим способом. В этом случае при розливе кваса в бочки используют изобарический аппарат, применяемый также при розливе пива.

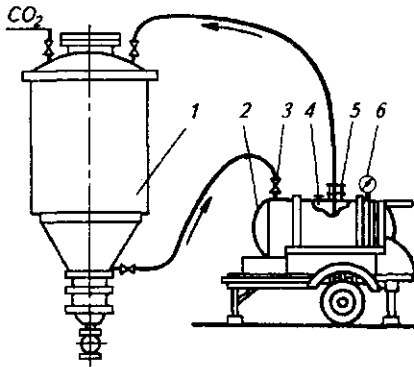


Рис. 6.4. Схема розлива кваса в автотермоцистерны:

1 — бродильно-купажный аппарат; 2 — автотермоцистерна; 3 — штуцер для налива кваса; 4 — предохранительный клапан; 5 — смотровой стакан для определения полноты налива цистерны; 6 — манометр

Для налива кваса в изобарических условиях в автотермоцистерны и изотермические автоцистерны предусматривают герметизацию их, а также напорных сборников кваса (рис. 6.4). Квас при розливе поступает из бродильно-купажного аппарата или напорного сборника в цистерну и вытесняет из нее воздух, тем самым выравнивая давление в этих емкостях. Затем наполняют цистерну квасом без вспенивания и потери диоксида углерода.

В герметически укупоренных автоцистернах квас хранят под давлением не ниже 0,02 МПа.

При хранении кваса на производстве происходит его дображивание и насыщение диоксидом углерода. В результате этого содержание этилового спирта в хлебном квасе может увеличиться с 0,4 до 0,6% мас., а массовая доля сухих веществ уменьшиться с 5,8 до 5,4%.

Квас хранят на предприятии при температуре от 2 до 12 °С.

Для кваса хлебного, кваса для окрошки, кваса хлебного для горячих цехов гарантийный срок хранения при температуре 12 °С составляет 2 сут.

6.4. ПРОИЗВОДСТВО КВАСОВ БУТЫЛОЧНОГО РОЗЛИВА И НАПИТКОВ НА ХЛЕБНОМ СЫРЬЕ

Квасы бутылочного розлива и напитки на хлебном сырье получают без проведения брожения путем приготовления купажного сиропа из концентрата квасного сусла, сахара и пищевой кислоты с последующим разбавлением сиропа газированной водой. В купажный сироп этих напитков и квасов можно добавлять различные ингр-диенты (пчелиный мед, хмель, тмин и т. д.).

На предприятиях наиболее часто вырабатывают квасы Русский и Московский, напитки на хлебном сырье «Здоровье» и «Осень».

Русский и Московский квасы готовят двумя способами: из концентрата квасного сусла; из концентратов Русского и Московского квасов. Второй способ наиболее прогрессивен, так как имеет ряд преимуществ: централизация производства, упрощение технологии, однородность качества.

Технология Русского и Московского квасов из концентрата квасного сусла включает следующие операции: разведение и отстаивание, фильтрование квасного сусла, приготовление сахарного сиропа, приготовление купажного сиропа, насыщение воды или кваса диоксидом углерода, розлив, укупорка и оформление бутылок.

6.4.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КУПАЖНОГО СИРОПА ДЛЯ КВАСОВ БУТЫЛОЧНОГО РОЗЛИВА И НАПИТКОВ НА ХЛЕБНОМ СЫРЬЕ

Концентрат квасного сусла для Русского и Московского квасов при температуре не выше 15 °С разбавляют водой в соотношении 1:2 и оставляют в закрытых сборниках в течение 10...12 ч, а затем фильтруют. Варят сахарный сироп с содержанием сухих веществ 60...65 г в 100 г сиропа, а также готовят 50%-ный водный раствор лимонной кислоты для Русского кваса, а для Московского кваса применяют молочную кислоту без разбавления водой. Купажный сироп получают холодным способом путем внесения в купажный аппарат квасного сусла, сахарного сиропа, водного раствора лимонной кислоты или молочной кислоты для Московского кваса. Купажный сироп фильтруют, охлаждают до 10 °С и подают в напорные сборники-мерники.

Русский и Московский квасы из концентратов этих же наименований производят следующим образом. Концентрат Русского и Московского квасов разбавляют водой до содержания 10 г сухих веществ в 100 г готового Русского кваса и 7,3 г сухих веществ в 100 г Московского кваса. Разведенный концентрат Русского и Московского квасов фильтруют и охлаждают до температуры не выше 10 °С, а затем разливают в бутылки.

Для напитков из хлебного сырья «Здоровье» и «Осень» готовят купажный сироп холодным способом.

Для получения напитка «Здоровье» используют солодовый экстракт, сахар, лимонную кислоту, колер, аскорбиновую кислоту и диоксид углерода. Основным сырьем для напитка «Осень» служат концентрат квасного сусла, кукурузная патока, сахар, лимонная кислота, настой чая индийского, настой лимонный и апельсиновый, ванилин, спирт, колер и диоксид углерода.

6.4.2. РОЗЛИВ И ПАСТЕРИЗАЦИЯ КВАСОВ БУТЫЛОЧНОГО РОЗЛИВА И НАПИТКОВ НА ХЛЕБНОМ СЫРЬЕ

При производстве кваса и напитков на хлебном сырье предусматривают их розлив в бутылки.

Розлив кваса. Готовый купажный сироп кваса или напитка направляют в дозировочную машину или в синхронно-смесительную установку.

С помощью дозировочной машины сироп наливается в бутылки, а затем на разливочном автомате разбавляется охлажденной деаэрированной и насыщенной диоксидом углерода водой.

В синхронно-смесительной установке сироп смешивается в определенном соотношении (от 1:4 до 1:5) с деаэрированной и насыщенной диоксидом углерода водой, далее готовый квас или напиток разливают в бутылки.

Бутылки с готовой продукцией укупоривают кронсен-пробкой, затем они подаются на автоматический смеситель (если вносили в бутылки купажный сироп). Далее бутылки направляют на бракераж, после чего наклеивают этикетки, устанавливают в ящики и передают в склад готовой продукции.

Пастеризация кваса. Повышение стойкости квасов бутылочного розлива (Русский, Московский квасы, квас с хреном, квас мятный) достигают пастеризацией. На небольших заводах после розлива и укупорки бутылки с квасом пастеризуют в пастеризационных ваннах периодического действия по следующему режиму.

Температура, °С	45	65	45	35	25	10
Продолжительность выдержки, мин	15	35	10	10	10	10

Ящики с квасом в бутылках помещают в ванну, слой воды в которой должен быть примерно на 10 см выше уровня бутылок.

На крупных предприятиях бутылки с Русским квасом пастеризуют в тоннельных пастеризаторах, куда бутылки поступают на ленточных конвейерах в вертикальном положении и непрерывно проходят через зоны нагрева, пастеризации и охлаждения. Режим пастеризации следующий:

		Первый вариант						
Температура, °С		40	60	65...70	60	40	30	12
Продолжительность выдержки, мин		7	7	44	7	7	7	6
		Второй вариант						
Температура, °С		40	60	70	60	40	30	15
Продолжительность выдержки, мин		6	6	24	6	6	6	6

В первых двух зонах бутылки нагреваются до температуры пастеризации. Пастеризация осуществляется при 65...70 °С. Затем бутылки охлаждаются до 12...15 °С.

При пастеризации бутылок с квасом вместимостью 0,5 л объем газового пространства в них должен быть не менее 20 мл, а вместимостью 0,33 л — не менее 14 мл. Для сокращения потерь диоксида углерода при пастеризации кваса бутылки укупоривают кронен-пробками с поливинилхлоридными прокладками.

После пастеризации бутылочный хлебный квас имеет более выраженные хлебный вкус и аромат.

В нашей стране разработаны схемы пастеризации купажных сиропов Московского и Русского квасов в потоке. Для производства кваса рекомендуются две схемы его пастеризации в потоке (рис. 6.5).

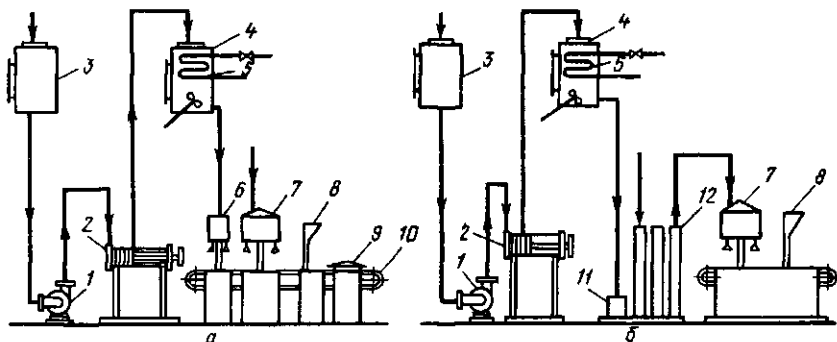


Рис. 6.5. Технологическая схема пастеризации купажного сиропа для Русского и Московского квасов для заводов, применяющих способы:

а — дозировки купажного сиропа в бутылки с последующим наливом газированной воды; *б* — синхронно-смесительный; 1 — насос; 2 — пастеризационно-охлаждательная установка; 3, 4 — сборники-мерники; 5 — змеевик; 6 — сироподозировочный автомат; 7 — разливочный автомат; 8 — укупорочный автомат; 9 — перемешивающий автомат; 10 — пластинчатый транспортер; 11 — бачок синхронно-смесительной установки; 12 — синхронно-смесительная установка

При изготовлении квасов Московского и Русского повышенной стойкости по схеме, показанной на рис. 6.5,а, готовый купажный сироп из сборника-мерника насосом подается на пастеризационно-охлаждающую установку, а оттуда в оснащенный крышкой, мешалкой или барботером для перемешивания сиропа диоксидом углерода второй сборник-мерник, где охлаждается рассолом, проходящим через змеевик, и выдерживается для удаления из него воздуха. После этого купажный сироп подается в сироподозировочный автомат, с помощью которого он дозируется в бутылки. Далее бутылки пластинчатым транспортером направляются сначала к разливочному аппарату, где их доливают газированной водой, а затем последовательно к укупорочному и перемешивающему автоматам разливочной линии.

Для приготовления вышеуказанных квасов по схеме, приведенной на рис. 6.5,б, готовый купажный сироп этих напитков из сборника-мерника насосом направляется на пастеризационно-охлаждающую установку, а оттуда — во второй сборник-мерник, снабженный змеевиком для дополнительного охлаждения купажного сиропа, герметично закрывающейся крышкой, мешалкой или барботером для перемешивания сиропа диоксидом углерода. После охлаждения и выдержки купажный сироп поступает в приемный бачок синхронно-смесительной установки, а затем в дозатор-смеситель, где смешивается с насыщенной диоксидом углерода водой в соотношении 1:4. Из синхронно-смесительной установки готовый напиток последовательно направляется на разливочный и укупорочный автоматы разливочной линии.

В соответствии с разработанными схемами и режимами пастеризации купажного сиропа квасов Московского и Русского для работы в производственных условиях рекомендуется использовать установку, в комплект которой входят пластинчатый аппарат, бойлер, выдерживатель, система автоматики, насос.

Стойкость квасов Русского и Московского, приготовленных из пастеризованных в потоке купажных сиропов, составляет не менее 12 сут со дня розлива.

6.4.3. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ КВАСОВ БУТЫЛОЧНОГО РОЗЛИВА И НАПИТКОВ НА ХЛЕБНОМ СЫРЬЕ

Квас и напитки на хлебном сырье, разлитые в бутылки, хранят в затемненных, вентилируемых помещениях при температуре от 2 до 12 °С.

При отпуске в торговую сеть на каждую партию кваса и напитков выписывают документ, удостоверяющий качество готовой продукции.

При транспортировании в летнее время в открытых автомашинах ящики с квасом и напитками укрывают брезентом, в зимнее время — теплым покрывалом.

Для непастеризованных квасов Русского, Мятного, Литовского, Тминного, а также кваса с хреном, напитков «Здоровье» и «Осень» гарантийный срок хранения при температуре 12 °С составляет 5 сут, а для квасов Ароматного и Московского — 3 сут.

Для квасов Московского и Русского, изготовленных из пастеризованных в потоке купажных сиропов, гарантийный срок хранения при температуре 12 °С составляет 12 сут, а для квасов пастеризованных в бутылках — 3 мес.

6.5. ПРОИЗВОДСТВО ФРУКТОВО-ЯГОДНЫХ КВАСОВ И КВАСОВ ИЗ ВИНОГРАДНОГО СЫРЬЯ

Фруктово-ягодные квасы и квасы из виноградного сырья готовят из натуральных плодово-ягодных соков (квас Яблочный, квас Вишневый и др.), смеси виноградного вакуум-сусла и концентрата квасного сусла (квас Виноградный, квас Российский).

Сусло сбраживают дрожжами или смешанной закваской при температуре 25...30 °С, охлаждают и купажируют. Готовый квас непрозрачен, кисло-сладкого вкуса, с характерными для каждого вида кваса привкусом и ароматом. Наиболее распространенным является квас Яблочный, имеющий следующие показатели: массовая доля сухих веществ 5,4...5,8%, массовая доля спирта 0,4...0,6%, кислотность 2,0...4,0 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ кваса.

6.6. СТОЙКОСТЬ КВАСА

Низкая стойкость кваса вызвана протеканием биологических и физико-химических процессов. Биологические процессы наиболее отрицательно влияют на стойкость кваса, так как характеризуются развитием посторонних микроорганизмов.

Состав готового кваса, а также незаконченность спиртового и молочнокислого брожения обуславливают развитие диких дрожжей, слизевобразующих бактерий (Лейконостока), уксуснокислых бактерий, термобактерий, плесневых грибов (пеницилловые, аспергилловые и др.).

Дикие дрожжи, развиваясь в квасе, подавляют культурные дрожжи и, питаясь продуктами брожения, придают ему неприятные вкус и запах.

Бактерии рода Лейконосток, размножаясь в квасе, вызывают появление тягучих нитей, слизи, ухудшение восприятия сладости и т. д.

Уксуснокислые бактерии угнетающе действуют на активность дрожжей и молочнокислых бактерий, образуют на поверхности кваса тонкие пленки, окисляют спирт и уксусную кислоту и ухудшают вкус кваса.

Гнилостные термобактерии обуславливают появление в нем мути и гнилостного запаха.

Плесневые грибы размножаются в квасе из-за присутствия в нем углеводов и аминокислот, вызывая плесневый запах и неприятный привкус.

Для поддержания микробиологической чистоты на всех этапах производства кваса предусматривают мойку и дезинфекцию оборудования, трубопроводов, помещений, а также исключают использование обсемененного микроорганизмами сырья, полуфабрикатов и вспомогательных материалов.

Кроме того, совершенствуют уровень технологии (приготовление сахарного сиропа, квасного сусла, проведение процесса брожения, розлив, отпуск и хранение готового кваса). Производят пастеризацию кваса или квасного сусла.

6.7. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ КВАСА

Хлебный квас, квас для крошки и хлебный квас для горячих цехов, приготовленные методом брожения, представляют собой непрозрачные напитки коричневого цвета. Они имеют кисло-сладкий вкус и аромат ржаного хлеба. Для крошечного кваса характерен более кислый вкус. Квасы хорошо утоляют жажду, содержат спирт, диоксид углерода, молочную и уксусную кислоты, азотистые вещества, сахара, декстрины, минеральные вещества, витамины В и D.

Выпускаемые сорта кваса должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 6.1.

6.1. Качество квасов,готавливаемых методом брожения

Квас	Массовая доля, %		Кислотность, см ³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль /дм ³ на 100 см ³ кваса	Стойкость кваса при 20 °С, сут
	сухих веществ	спирта		
Хлебный:				
на предприятии	5,8...5,4	0,4...0,6	2,0...4,0	—
в торговой сети	5,2...4,2	0,7...1,2	2,0...4,5	2
Для крошки:				
на предприятии	3,2...3,0	0,4...0,5	2,0...4,0	—
в торговой сети	2,8...1,6	0,6...1,2	2,0...5,0	2
Хлебный для горячих цехов:				
на предприятии	5,8...5,4	0,4...0,6	3,0...4,0	2
в торговой сети	5,2...4,2	0,7...1,2	3,0...4,5	2

Квасы бутылочного розлива и напитки на хлебном сырье имеют коричневый цвет, кисло-сладкий вкус. Они могут различаться по аромату, который зависит от сырья и ингредиентов, входящих в

купаж. Так, для Русского и Московского квасов характерен хлебный аромат, квасов Тминного и Литовского — тминный, медовый оттенок, напиток «Здоровье» — солодовый и т. д.

Физико-химические показатели квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье приведены в табл. 6.2.

6.2. Качество квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном квасе

Показатели	Квас Русский	Квас Московский	Квас Ароматный	Квас Тминный	Квас Литовский	Квас с хреном	Квас Мятный	Напиток «Здоровье»	Напиток «Осень»
Массовая доля сухих веществ, %	10,0	7,3	8,2	8,2	10,0	10,0	10,0	14,0	16,5
Кислотность, см ³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм ³ на 100 см ³ кваса (напитка)	3,5	3,0	2,0	3,0	3,0	3,5	3,5	2,9	3,5
Массовая доля диоксида углерода, %, не менее	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Стойкость кваса (напитка) при 20 °С, сут	5	3	3	5	5	5	5	5	5

Качество квасов, приготовляемых методом брожения, оценивают по 19-балльной системе, квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье — по 25-балльной системе без подразделения их на составные показатели, поскольку квасы при одном и том же качестве могут иметь отклонения по цвету, мутности, кислотности, вкусу и насыщенности диоксидом углерода.

Дегустацию проводят при температуре в помещении 18...25 °С. При этом квас (напиток) бутылочного розлива отличного качества имеет оценку 25...23 балла, хорошего — 22...19 баллов, удовлетворительного — 18...15 баллов, неудовлетворительного — ниже 15 баллов.

Дегустационная оценка квасов, приготовляемых методом брожения, следующая: 19...17 баллов — отлично, 16...14 — хорошо, 13...10 — удовлетворительно, менее 10 баллов — неудовлетворительно.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды квасов выпускает промышленность? 2. Какие способы приготовления квасного сула вы знаете? 3. Каковы основные стадии приготовления закваски из чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий? 4. Как готовят разводку прессованных хлебопекарных дрожжей? 5. Какие способы сбраживания квасного сула

используют в промышленности? 6. Для чего и как проводят купажирование квасного сусла? 7. Какие виды тары используют для налива кваса? 8. Какие способы повышения стойкости кваса вы знаете? 9. Какие требования предъявляют к качеству квасов и напитков из хлебного сырья?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Определение расхода сырья на приготовление хлебного кваса

Расход концентрата квасного сусла (ККС) рассчитывают на 100 дал готового кваса с учетом потерь сухих веществ.

По рецептуре расход ККС на 100 дал хлебного кваса составляет 29,4 кг при массовой доле сухих веществ 70%. По таблице находим, что показание сахаромера при 20 °С и массовой доле сухих веществ 70% соответствует плотности 1,35.

Расход ККС на 100 дал кваса, л,

$$Q_{\text{ККС}} = C/d,$$

где C — расход ККС на приготовление 100 дал кваса, кг; d — плотность ККС при 20 °С, кг/л.

$$Q_{\text{ККС}} = 29,4/1,35 = 21,8 \text{ л.}$$

Квасное сусло готовят путем разведения ККС водой (70% массовой доли сухих веществ от нормы расхода по рецептуре) в 2...2,5 раза, т. е. до $70/2,5 = 28\%$. Следовательно, при разведении концентрата с 70 до 28% получается следующее количество разведенного концентрата:

$$Q_1^{\text{ККС}} = 21,8 \cdot 2,5 = 54,5 \text{ л.}$$

В бродильном аппарате разведение ККС предусматривается с 28 до 1,5%, т. е. в 18,66 раза. В бродильном аппарате объем сусла с массовой долей сухих веществ 1,5%

$$Q_{\text{сус}} = 54,5 \cdot 18,66 = 1016,97 \text{ л.}$$

Сахар применяют в виде сахарного сиропа с массовой долей сухих веществ 60...65%. По рецептуре на приготовление 100 дал хлебного кваса расходуются 50 кг сахара. Потери при варке составляют 1%, т. е. 0,5 кг (50·0,01). На приготовление кваса поступает $C_c = 49,5$ кг сахара (50–0,5).

По заданному содержанию сахара в сахарном сиропе (60...65%) определяют плотность сахарного сиропа и массу 100 л его, а затем по содержанию сахара находят количество сахарного сиропа.

На приготовление хлебного кваса поступило 49,5 кг сахара, из которого приготовили сироп, содержащий 65 г сахара в 100 г раствора, а в 1 л сиропа $Q_{\text{сах}} = 0,855$ кг.

Расход сахарного сиропа на приготовление 100 дал кваса, л,

$$Q_{\text{сах}}^1 = C_c / Q_{\text{сах}},$$

где C_c — расход сахара, кг.

$$Q_{\text{сах}}^1 = 49,5/0,855 = 57,89 \text{ л.}$$

Перед брожением в квасное сусло вносят 25% сахарного сиропа (от количества, предусмотренного рецептурой). Расход сахарного сиропа на брожение

$$Q_{\text{сах}}^2 = 57,89 \cdot 25/100 = 14,47 \text{ л.}$$

По технологии при купажировании кваса используют оставшиеся 75% сахарного сиропа, расход которого составит

$$Q_{\text{сах}}^3 = 57,89 \cdot 75/100 = 43,42 \text{ л.}$$

Чистая культура дрожжей и молочнокислых бактерий для сбраживания квасного сусла расходуется в количестве 2...4% от объема сбраживаемого сусла.

Объем сбраживаемого сусла, л,

$$Q_{\text{сб}} = Q_{\text{сус}} + Q_{\text{сах}}^2;$$

$$Q_{\text{сб}} = 1016,97 + 14,47 = 1031,44 \text{ л.}$$

Объем комбинированной закваски, л,

$$Q_{\text{зак}} = Q_{\text{сб}} P_3 / 100,$$

где P_3 — расход комбинированной закваски для сбраживания квасного сусла, % от объема сбраживаемого сусла, $P_3 = 3\%$;

$$Q_{\text{зак}} = 1031,44 \cdot 3/100 = 30,94 \text{ л.}$$

С учетом 1% потерь на смачивание трубопроводов ($P_{\text{см}}$) и 3% потерь квасного сусла при сбраживании чистой культуры дрожжей и молочнокислых бактерий ($P_{\text{сб}}$) определяют объем купажированного кваса ($Q_{\text{куп}}$ в л) по формуле

$$Q_{\text{куп}} = \frac{(Q_{\text{сус}} + Q_{\text{сах}}^2 + Q_{\text{зак}})[100 - (P_{\text{см}} + P_{\text{сб}})]}{100};$$

$$Q_{\text{куп}} = \frac{(1016,97 + 14,47 + 30,94)96}{100} = 1019,88 \text{ л.}$$

Общий объем купажного кваса, л,

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{куп}} + Q_{\text{сах}}^3;$$

$$Q_{\text{общ}} = 1019,88 + 43,42 = 1063,30 \text{ л.}$$

С учетом 3% потерь кваса при купажировании ($P_{\text{куп}}$) объем поступившего на выдержку кваса, л,

$$Q_{\text{выд}} = Q_{\text{общ}}(100 - P_{\text{куп}})/100;$$

$$Q_{\text{выд}} = 1063,30 \cdot 97/100 = 1031,40 \text{ л.}$$

С учетом 2% потерь кваса при розливе ($P_{\text{роз}}$) в автотермоцистерны объем готового кваса, л,

$$Q_{\text{гот}} = Q_{\text{выд}}(100 - P_{\text{роз}})/100;$$

$$Q_{\text{гот}} = 1031,40 \cdot 98/100 = 1010,77 \text{ л.}$$

Таким образом, выход готового продукта составит 1010,77 л.

Глава 7. ПРОИЗВОДСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД



Минеральные воды представляют собой растворы различных минеральных солей, органических веществ и газов.

7.1. ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Минеральные воды подразделяют как по назначению, так и по химическому составу.

По назначению минеральные воды делят на природные минеральные столовые, природные столовые, лечебно-столовые и лечебные.

Природные минеральные столовые воды содержат от 1 до 2 г/л растворенных солей и фармакологически активных компонентов. Природные столовые минеральные воды не имеют микрокомпонентов, оказывающих лечебное действие, их общая минерализация менее 1 г/л.

К природным минеральным столовым водам относятся: Бадалмы-5, Березовская, Ессентуки № 20, Киевская, Мелитопольская, Московская, Трускавецкая, Шепетовская, Ялтинская и др.

Лечебно-столовые воды имеют общую минерализацию от 2 до 8 г/л, а иногда менее 2 г/л, в них присутствуют отдельные биологически активные компоненты (диоксид углерода, йод, бром, кремний, железо, мышьяк, бор и др.).

К лечебно-столовым водам относятся Арзни, Ачалуки, Боржоми, Джермук, Дилижан, Нарзан, Минская, Полюстрово, Сираб № 13 и др.

Лечебные воды имеют общую минерализацию от 8 до 12 г/л. При содержании в воде биологически активных микрокомпонентов оказывают лечебное действие воды с минерализацией менее 8 мг/л. Отдельные минеральные воды, имеющие общую минерализацию выше 12 г/л, используют как лечебные.

К лечебным относятся минеральные воды: Баталинская, Ессентуки № 4, Ессентуки № 17, Зваре, Исти-Су, Лугела, Лужанская № 1, Поляна Квасова, Уцера и др.

В качестве столового напитка используют воды природные минеральные, столовые, природные столовые и лечебно-столовые

(при несистематическом употреблении), а лечебные воды употребляют при назначении врача.

По химическому составу столовые воды подразделяют на 19 групп, а лечебные и лечебно-столовые — на 28 групп. Минеральные воды этих групп в зависимости от преобладающих в них анионов или катионов имеют следующие наименования:

гидрокарбонатные натриевые, гидрокарбонатные кальциево-натриевые, гидрокарбонатные магниево-кальциево-натриевые, гидрокарбонатные магниево-кальциевые;

сульфатно-гидрокарбонатные натриевые, сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-натриево-магниевые, сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые и натриево-магниево-кальциевые;

сульфатные кальциевые, сульфатные магниево-кальциевые; сульфатные магниево-натриевые, сульфатные натриево-магниево-кальциевые;

хлоридно-сульфатные натриевые, хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые;

хлоридно-сульфатные магниево-натриевые, хлоридно-сульфатные магниево-кальциево-натриевые;

сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые, сульфатно-хлоридные магниево-кальциево-натриевые;

сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, гидрокарбонатно-хлоридные и натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные магниево-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниево-натриевые;

хлоридные натриевые, хлоридные кальциево-натриевые, хлоридные кальциевые;

слабоминерализованные и железистые.

Состав и основные особенности минеральных вод определяются по формуле М. Г. Курлова:

$$M = \frac{\text{Анионы (мг·экв\%)}}{\text{Катионы (мг·экв\%)}} T,$$

где M — сумма твердых составных веществ, т. е. сумма катионов, анионов и молекул без газов в растворе, г/л; T — температура воды, °С.

Количество газов и активных микроэлементов (железо, бром, йод, радий), находящихся в воде, проставляют в начале формулы после величины M . Анионы и катионы располагают в формуле в убывающем порядке, начиная с ионов, содержащихся в максимальном количестве. Например, воду Эссендуки № 17 можно охарактеризовать так:

$$M \text{ 12 CO}_2 \frac{\text{HCO}_3 \text{ 59 Cl } 41}{\text{Na } 93} T14,$$

что означает: углекислая, холодная (14 °С), гидрокарбонатно-хлоридно-натриевая вода с общей минерализацией 12 г/л.

7.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ И РОЗЛИВА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

В настоящее время разливают свыше 160 лечебных и лечебно-столовых и более 100 столовых минеральных вод.

В зависимости от химического и газового состава питьевые минеральные воды объединяют в пять технологических групп: первая — неуглекислые воды, не содержащие легкоокисляемых компонентов; вторая — углекислые воды, не содержащие легкоокисляемых компонентов; третья — минеральные воды, содержащие железо; четвертая — гидросульфитные и гидросульфитно-сероводородные минеральные воды; пятая — минеральные воды, содержащие сульфатвосстанавливающие бактерии.

Для каждой группы вод разработаны схемы обработки и розлива.

Технологическая схема розлива негазированных минеральных вод, относящихся к первой технологической группе, приведена на рис. 7.1. В зависимости от особенностей химического и газового состава воды в процессе розлива предусматривают помимо общепринятых методов обработки применять специальные.

Добывают, обрабатывают и разливают минеральные воды следующим образом (см. рис. 7.1). Минеральная вода из скважины 1 под собственным напором или с помощью насоса направляется в сборник 3, расположенный в каптажном помещении 2. Из сборника 3 вода насосом 4 перекачивается в сборник 5 для хранения, откуда насосом 6 — на фильтрование в керамические фильтры 7. После фильтрования вода охлаждается в пластинчатом теплообменнике 8, откуда она поступает в промежуточный сборник 9 и далее насосом 10 направляется в сатуратор 11. Диоксид углерода подается в сатуратор 11 через регулирующий узел 13, который присоединен к станции газификации 14. К последней сжиженный диоксид углерода подводят от стационарного изотермического резервуара 15. Насыщенную диоксидом углерода минеральную воду направляют на бактерицидную установку 12 и затем на розлив.

Розлив, укупорку, бракераж бутылок с минеральной водой, а также разгрузку, мойку стеклянной тары, транспортирование готовой продукции осуществляют так же, как и в безалкогольном производстве (см. рис. 5.1).

При перевозке минеральной воды по железной дороге ее предварительно обрабатывают (фильтруют, охлаждают, частично насыщают диоксидом углерода, обеззараживают), а затем наполняют железнодорожные цистерны.

Если минеральная вода поступила на производство в железнодорожных цистернах 19, то ее насосом 18 подают на бактерицидную установку 12 и далее в сборники 17 на хранение. Из них минеральную воду последовательно направляют насосом 16 в керамические

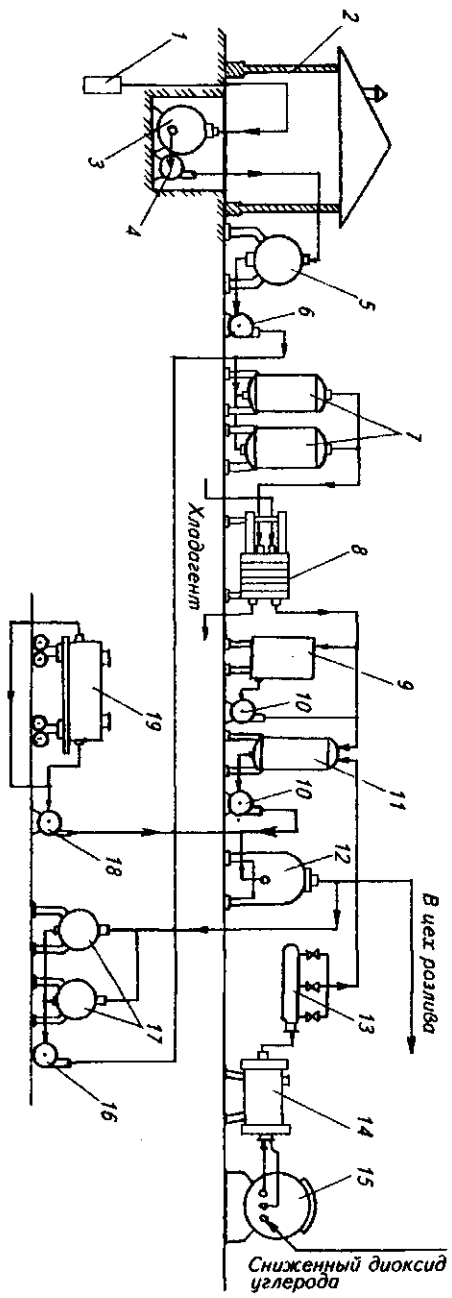


Рис. 7.1. Технологическая схема обработки и розлива минеральных вод

фильтры 7, на пластинчатый теплообменник 8, в сатурационную установку 11 для донасыщения диоксидом углерода, в бактерицидную установку 12 и далее на розлив.

7.3. ДОБЫЧА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Промышленному розливу минеральных вод предшествует их разведывание и исследование. После принятия решения об использовании разведанных минеральных вод приступают к промышленному освоению и эксплуатации месторождений. Для этого строят водозаборное сооружение — каптаж, назначение которого — обеспечить захват и вывод на поверхность подземных минеральных вод с сохранением их физических свойств и химического состава.

Наиболее распространенным типом каптажа являются буровые скважины, применяют также каптажи в виде шахтных колодцев или штолен.

С помощью буровых каптажных скважин можно осуществлять захват воды на различной глубине. Скважины выполняют вертикальными и наклонными. При сложных гидрогеологических условиях закладывают наклонные скважины.

Каптажные шахтные колодцы сооружают, если минеральная вода залегает на небольшой глубине, каптажные штольни — если необходимо захватить на небольшой глубине значительное количество рассредоточенных потоков воды, а также при выводе газифицирующей воды.

Над скважинами и шахтными колодцами строят легкие павильоны (прикаптажные помещения) с вентиляцией и освещением.

Каптажи минеральных вод состоят из подземной и поверхностной частей. Границы подземной части — от места вскрытия водоносного горизонта до вывода на поверхность земли. Поверхностная часть включает в себя заградительные сооружения и оборудование для подачи воды на предприятие, разливающее ее в бутылки. В состав каптажа входят водозабор, распределительная и эксплуатационная части.

Водозабор каптажа представляет собой ствол горной выработки, начинающийся от места вскрытия водоносного горизонта и заканчивающийся выходом на поверхность. В буровых скважинах ствол закрепляют обсадными трубами, изготовленными из коррозионностойких материалов: нержавеющей стали, асбоцемента, стекла, полиэтилена высокого давления и др. В шахтных колодцах и штольнях ствол выполняют в виде каменных и бетонных креплений.

В водозаборе буровых скважин можно выделить нижнюю (водоприемник), рабочую и устьевую с оголовком части ствола. Из водоносных зон в водоприемник поступает вода, предварительно про-

шедшая фильтр. Последний предназначен для удаления механических примесей из воды и представляет собой перфорированную обсадную трубу, которую иногда защищают сеткой. Если ствол каптажа проходит скальные и полускальные породы, водоприемник не оборудуют фильтром, а устанавливают отстойник. После фильтра воды насосом направляют в рабочую часть водозабора.

Для подъема минеральных вод на поверхность принудительным способом применяют поршневые штанговые насосы, центробежные глубинные насосы, пневматические водоподъемники (эрлифты) и др.

Рабочая часть водозабора состоит из водоподъемных труб одного диаметра, соединенных между собой муфтами в колонну.

Устьевую часть водозабора располагают выше уровня земли и часто оборудуют оголовком, который ограждает устье и обеспечивает нормальную работу скважины при различных режимах поступления минеральной воды. Оголовок скважин оснащен измерительными приборами (термометром, манометром, водомером), а при необходимости и газоотделителем.

Распределительная часть каптажа состоит из емкостей или системы труб и предназначена для направления воды в сборники. В распределительной части устанавливают приборы для контроля за режимом поступления и отвода минеральной воды. Распределитель и сборник минеральной воды соединяют трубопроводом.

Эксплуатационная часть каптажа состоит из резервуаров для сбора минеральной воды, изготовленных из железобетона, нержавеющей стали и стали, покрытой эмалью. Резервуары из нержавеющей стали или из стали, покрытой эмалью, устанавливают на заводе, а железобетонные — у скважин. Резервуары располагают непосредственно у тех скважин, которые имеют дебит¹ источника, не обеспечивающего суточную потребность завода в минеральной воде.

Углекислые минеральные воды хранят в герметичных резервуарах под избыточным давлением диоксида углерода (не выше 0,05 МПа). При таких условиях поддерживаются стабильными солевой состав и содержание диоксида углерода в углекислых водах (не выше 0,05 МПа). Для уменьшения потерь диоксида углерода углекислые воды подают в резервуары снизу.

Неуглекислые минеральные воды хранят в закрытых негерметичных резервуарах. Железистые воды находятся под избыточным давлением диоксида углерода, не превышающим 0,05 МПа.

Минеральные воды хранят в резервуарах не более 5 сут.

¹ Дебит — объем воды, поступающей из источника (скважины, колодца и т. п.) в единицу времени (л/с, м³/ч, м³/сут).

7.4. ОБРАБОТКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Перед розливом минеральной воды в бутылки ее обрабатывают для улучшения прозрачности, бактериологических показателей и насыщения диоксидом углерода.

Фильтрация. В минеральной воде могут присутствовать грубодисперсные и тонкодисперсные взвешенные вещества. Для удаления последних минеральную воду фильтруют на керамических свечных фильтрах, где в качестве фильтрующего материала используют микропористую керамику с размером пор 1 мкм и более. В результате удаляют взвеси и микроорганизмы, имеющие размеры более 1...2 мкм.

При содержании грубых взвесей минеральную воду фильтруют через напорные песочные фильтры или фильтр-прессы с пластинами фильтр-картона марки Т, представляющего собой асбестоцеллюлозный фильтрующий материал, содержащий целлюлозу (не менее 45%), асбест (5...7%) и отходы картона (не более 45%). Для тонкой фильтрации воду после фильтр-пресса направляют на керамические фильтры.

На заводах воды с общей минерализацией до 7...8 г/л фильтруют через микропористую керамику, а воды с минерализацией более 8 г/л пропускают через фильтр-картон марки Т.

Охлаждение. Растворимость диоксида углерода в воде зависит от температуры: с понижением ее растворимость диоксида углерода в воде повышается. Поэтому перед насыщением минеральной воды диоксидом углерода ее охлаждают до определенной температуры. Предельную температуру охлаждения минеральной воды подбирают с учетом возможного образования осадка вследствие уменьшения растворимости солей. Наиболее часто минеральные воды охлаждают до температуры 4...10 °С в одну стадию.

Термальные воды, имеющие температуру выше 25 °С, охлаждают в две стадии. На первой стадии термальную воду охлаждают до 20 °С в теплообменнике, где в качестве хладагента используют имеющуюся природную воду, а для окончательного охлаждения — хладагент.

Для охлаждения минеральных вод применяют теплообменные аппараты различных конструкций, из которых наиболее удобными в эксплуатации являются пластинчатые теплообменники.

Насыщение диоксидом углерода. Минеральные воды насыщают диоксидом углерода для улучшения вкуса, стабильности химического состава и подавления жизнедеятельности микроорганизмов. При этом стремятся исключить предварительную деаэрацию воды перед насыщением. Деаэрация минеральной воды, в которой обычно содержится диоксид углерода в свободном состоянии, может вызвать образование осадков.

Насыщение минеральной воды диоксидом углерода осуществ-

вляют в сатурационных установках различной конструкции. Однако следует использовать сатурационные установки, в которых можно отключать деаэрационную колонку.

Для достижения в минеральной воде требуемой степени насыщения диоксидом углерода стремятся к следующему режиму работы сатурационной установки:

Температура воды, °С	4...6	8...10
Давление диоксида углерода в сатурационной колонке, МПа	0,20	0,25

Массовая доля диоксида углерода в минеральных водах может быть от 0,15 до 0,40% и выше.

Обеззараживание. Минеральная вода обсеменяется микроорганизмами при транспортировании, хранении и технологической обработке. Для уничтожения микрофлоры минеральную воду обеззараживают. Для этого применяют безреагентный или реагентный способы.

Безреагентный способ основан на свойстве ультрафиолетовых лучей подавлять различные микроорганизмы, в том числе и патогенные.

При обработке минеральной воды ультрафиолетовые лучи действуют на микрофлору не непосредственно, а через слой воды. Кроме того, микроорганизмы могут находиться на взвешях, которые будут предохранять их от воздействия ультрафиолетовых лучей. Таким образом, из-за мутности и цветности воды может снижаться эффективность бактерицидной обработки. Помимо этого эффект обеззараживания может уменьшаться при содержании в воде железа более 0,3 мг/л.

Преимущество обеззараживания воды с помощью ультрафиолетовых лучей заключается в их быстром действии на микрофлору и в том, что они не изменяют органолептических свойств минеральной воды.

Для обеззараживания минеральных вод используют бактерицидные напорные установки с погружным источником излучения. Установка состоит из герметичной камеры, выполненной из нержавеющей стали или чугуна. В камере размещена аргонортутная лампа низкого давления типа БУВ, защищенная от контакта с водой кварцевым чехлом. Стенки кварцевого чехла пропускают ультрафиолетовые лучи аргонортутной лампы. С помощью установки с лампой БУВ-60 можно обеззараживать 3 м³ минеральной воды в час при рабочем давлении 0,5 МПа.

Реагентные способы, применяемые для обеззараживания минеральных вод, зависят от их состава, а также от технического оснащения завода.

Для обеззараживания минеральной воды используют сульфат

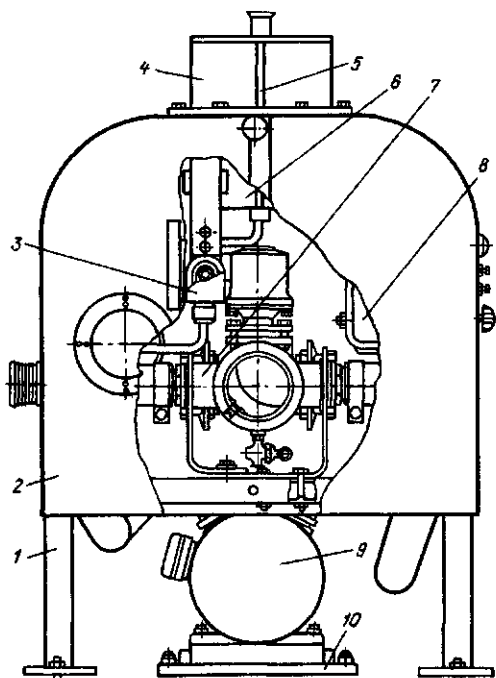


Рис. 7.2. Установка Б7-ВОС для обработки минеральной воды сульфатом серебра

серебра. Ионы серебра вызывают гибель не только патогенной, но и микрофлоры, ухудшающей запах минеральной воды. Таким образом, серебро используют не только для обеззараживания, но и для улучшения органолептических показателей минеральной воды.

В процессе обеззараживания ионы серебра могут взаимодействовать с анионами минеральной воды, что может привести к коллоидным взвесям. Поэтому ионами серебра обрабатывают минеральную воду, если содержание хлорид-ионов не более 0,289 г/л, сульфат-ионов — не более 0,854, гидрокарбонат-ионов — не более 1,366 г/л.

Для уничтожения микрофлоры рекомендуют обрабатывать 1 м³ минеральной воды 0,72%-ным раствором сульфата серебра, приготовленным растворением 7,22 г его в 1 л дистиллированной воды. В результате обработки минеральной воды раствором серебра концентрацией 0,15...0,2 мг/л обеспечивается полная гибель патогенной и условно-патогенной микрофлоры в течение 2...4 ч.

На производстве минеральную воду можно обрабатывать раствором сульфата серебра, используя установку Б7-ВОС (рис. 7.2), состоящую из системы подачи раствора серебра, дозирующей системы и контрольно-смесительного устройства.

Все узлы установки смонтированы на сварной трубчатой раме 1 и закрыты кожухом 2. Установка имеет пульт управления 8.

В систему подачи раствора серебра входит расходный резервуар 4 вместимостью 11 л, выполненный из органического стекла, окрашенного светонепроницаемой краской и имеющего смотровую щель 5. Через резервуар 4 проходит воздушная трубка, соединенная с напорным резервуаром 6 вместимостью 0,8 л, в который входят переливная труба и поплавковый клапан.

Дозирующее устройство 3 состоит из игольчатого клапана,

электромагнита, управляющего запорным вентиляем, который регулирует подачу раствора сульфата серебра к игольчатому клапану.

Контрольно-смесительное устройство 7 снабжено электромагнитным вентиляем, перекрывающим магистральный трубопровод минеральной воды при отключении установки, а также расходомером воды и смесителем.

С помощью вихревого насоса, монтируемого с электродвигателем 9 на фундаменте 10, минеральная вода поступает в установку.

Дозирование раствора сульфата серебра в минеральную воду производят следующим образом. Заполняют расходный резервуар раствором сульфата серебра в количестве, достаточном для двух смен работы. Далее раствор по переливной трубе сливается в напорный резервуар, где поплавковым клапаном поддерживается постоянный уровень жидкости. Из напорного резервуара раствор поступает к игольчатому клапану, который точно дозирует его в смеситель. Здесь раствор сульфата серебра перемешивается с минеральной водой, подаваемой вихревым насосом через запорный электромагнитный вентиль и расходомер. В результате обеззараживания воды раствором сульфата серебра сокращаются сроки гарантийной выдержки готовой продукции и улучшаются ее бактериологические показатели.

Обеззараживание минеральной воды может быть обеспечено применением раствора гипохлорида натрия, который получают на электролизной установке типа ЭН путем гидролиза раствора хлорида натрия. Полученный раствор гипохлорида натрия содержит 6...8 г/л активного хлора. При обеззараживании минеральной воды раствор гипохлорида натрия вводится в поток или сборник минеральной воды с помощью дозирующих устройств, обеззараживающий эффект обеспечивается содержанием остаточного активного хлора в воде в количестве 0,30...0,05 мг/л.

Для применения растворов серебра и гипохлорида натрия для обеззараживания минеральной воды требуется разрешение органов здравоохранения.

При розливе минеральной воды, содержащей железо или сероводород и гидросульфид-ионы, производят помимо общепринятой обработки еще и дополнительную. Так, при розливе минеральной воды, содержащей железо от 10 до 60 мг/л, предусматривают обработку воды аскорбиновой или лимонной кислотой для исключения выпадения осадка в бутылке. При этом раствор кислоты вводят в трубопровод, по которому направляют минеральную воду в сборники на хранение. Оптимальный расход лимонной кислоты 40...100 мг/л, а аскорбиновой — 30...80 мг/л.

В случае розлива гидросульфидных и гидросульфидно-сероводородных вод возможно образование сероводорода, который обуславливает появление неприятного запаха и образование молекулярной

серы. Из таких минеральных вод перед поступлением их в сборник на хранение удаляют сероводород методом дегазации.

При розливе минеральных вод, содержащих сульфатовосстанавливающие бактерии, дополнительно перед фильтрованием производят хлорирование для подавления жизнедеятельности этих бактерий. Хлорсодержащий раствор вводят в количестве, обеспечивающем остаточную концентрацию свободного хлора в минеральной воде через 30 мин после хлорирования 0,3...0,05 мг/л.

7.5. РОЗЛИВ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В БУТЫЛКИ

При промышленном розливе минеральных вод предусматривается выполнение следующих операций: мойка бутылок, контроль качества мойки бутылок, наполнение бутылок минеральной водой, укупорка бутылок, бракераж бутылок с водой, оформление готовой продукции.

При розливе основная задача — наполнить бутылки минеральной водой с наименьшей потерей диоксида углерода. Для этого используют изобарический метод розлива минеральной воды, а также исключают резкий перепад давления (выше 0,05 МПа) между резервуаром разливочного автомата и сатурационной установкой.

При наливке минеральных вод необходимо, чтобы среднее наполнение 10 бутылок с водой соответствовало их номинальной емкости с отклонением $\pm 3\%$.

Бутылки с минеральной водой укупоривают кронен-пробками, состоящими из металлического колпачка и прокладки. Металлический колпачок может быть изготовлен из белой холоднокатаной жести горячего или электролитического лужения и горячекатаной горячего лужения. Прокладки выполняют из цельнорезаной корковой пробки с нанесением на наружную поверхность полимерной пленки. Однако лучшая герметизация бутылок с минеральной водой достигается при использовании прокладок из пластизолой (паст) и других полимерных материалов.

При хорошем укупоривании бутылок обеспечивается сохранность железистых вод в течение 4 мес и всех остальных — 1 года.

Бутылки с минеральной водой подвергают проверке (бракеражу) для установления визуального соответствия готовой продукции всем требованиям стандарта. Минеральную воду отбраковывают с помощью бракеражного автомата.

Для оформления бутылок с минеральной водой применяют этикетки прямоугольной формы, которые наклеивают на цилиндрическую часть бутылки. Прямоугольные этикетки имеют размер 100×70; 140×70 или 190×100 мм. На каждой этикетке указывают наименование завода-изготовителя или его товарный знак, подчиненность заводу, название минеральной воды, ее группу, номер скважины или название источника, химический состав, назначение

воды (столовая, лечебно-столовая, лечебная), рекомендации по лечебному применению, способы и сроки хранения, дату розлива, номер бригады или браковщика, номер стандарта.

7.6. НАЛИВ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В ЦИСТЕРНЫ

Минеральную воду наливают помимо бутылок также в железнодорожные или автомобильные цистерны. Для этого при заводе, осуществляющем промышленный розлив минеральных вод, или рядом с прикаптажным помещением оборудуют станцию наполнения. На этой станции производят следующую обработку минеральной воды: фильтрацию, охлаждение, насыщение диоксидом углерода, обеззараживание и наполнение цистерн. Обработку минеральной воды выполняют так же, как и при розливе воды в бутылки. Однако минеральную воду насыщают диоксидом углерода лишь частично, т. е. до содержания его не более 0,05...0,1% мас. Автоцистерну наполняют минеральной водой после ее герметизации и при открытом воздушном кране, который затем закрывают.

В железнодорожные цистерны минеральные воды наливают при открытом воздушном клапане, который после заполнения 98...99% вместимости закрывают, а люки герметизируют и пломбируют.

Минеральную воду, доставленную на завод, из цистерн перекачивают в сборник для хранения, из которого предварительно вытесняют воздух диоксидом углерода. Из сборника минеральную воду направляют на обработку (см. рис. 7.1).

7.7. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Минеральные воды, разлитые в бутылки и уложенные в полимерные многооборотные ящики для продовольственных товаров, ящики из гофрированного картона, дощатые открытые многооборотные ящики для бутылок с пищевыми жидкостями и металлические контейнеры, поступают в складские помещения завода и торговых организаций.

Хранение готовой продукции. Для этой цели используют провериваемые, сухие, темные помещения, в которых поддерживается температура от 5 до 20 °С.

Бутылки с минеральной водой хранят в ящиках, корзинах, другой таре или без ящиков в штабелях, уложенных в высоту не более 18 рядов в горизонтальном положении.

Срок хранения бутылок с минеральной водой при соблюдении указанных условий для железистых вод — 4 мес, а для всех остальных вод — 1 год.

Бутылки, закупоренные кронен-пробками с корковыми прокладками хранят в вертикальном положении не более 5 сут.

Транспортирование готовой продукции. Бутылки с минеральной водой перевозят в ящиках или штабелями в контейнерах всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозок.

При транспортировании минеральных вод в крытых вагонах в летнее время предусматривают непрерывное вентилирование, в зимнее время вагоны отапливают.

При перевозке минеральных вод в автомашинах в летнее время бутылки с водой покрывают брезентом для предохранения от нагревания, а в зимнее время — теплым покрывалом во избежание замерзания.

7.8. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ

Минеральная вода должна быть прозрачной, без посторонних включений, с незначительным естественным осадком минеральных солей.

По цвету минеральная вода должна представлять собой бесцветную жидкость.

Вкус и запах должны быть характерными для комплекса минеральных солей и газов, находящихся в воде.

Массовая доля диоксида углерода в минеральных водах должна быть для железистых вод не менее 0,4%, а для всех остальных вод не менее 0,3%.

В минеральных водах ограничивается содержание следующих химических веществ: аммония не более 2 мг/л (для воды Боржоми до 5 мг/л), нитритов 2, нитратов 50, хрома 0,5, урана 0,5, ванадия 0,4, свинца 0,3, селена 0,05 мг/л, радия $5 \cdot 10^{-10}$ г/л, фенолов 0,001 мг/л.

Не допускается содержание мышьяка в лечебных водах более 3 мг/л, в лечебно-столовых — 1,5 мг/л.

Содержание фтора в лечебных водах должно быть не более 8 мг/л, в лечебно-столовых — 5 мг/л (для Боржоми — до 8 мг/л).

Суммарное содержание органических веществ в лечебных водах допускается не более 30 мг/л, в лечебно-столовых — 10 мг/л. При обработке минеральной воды раствором серебра содержание его в готовой продукции должно быть не более 0,2 мг/л.

Пригодной для розлива является минеральная вода, коли-титр которой не менее 300, а число микроорганизмов в 1 мл воды не более 100.

Для минеральных вод дегустацией определяются такие показатели, как прозрачность, вкус, насыщенность диоксидом углерода по 25-балльной шкале. Суммарная оценка по указанным органолептическим показателям характеризует качество минеральных вод: 25...23 — отлично, 22...20 — хорошо, 19...16 — удовлетворительно, ниже 15 — неудовлетворительно.

Готовую продукцию на заводах розлива минеральных вод подвергают карантину, т. е. выдержке, если в минеральной воде

коли-титр ниже 300. Продолжительность срока карантина 5 сут, когда коли-титр в одной из проб минеральной воды менее 150 или в двух и более пробах менее 150...300. Повторно микробиологические исследования проводят через 3 сут. Если по данным бактериологического анализа минеральная вода, находящаяся на карантине в течение 90 сут, продолжает иметь коли-титр менее 300, то ее не реализуют в торговую сеть.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как подразделяют минеральные воды? 2. Для каких технологических групп минеральных вод разработаны схемы розлива? 3. Как производится добыча минеральных вод? 4. Для чего и как фильтруют и охлаждают минеральные воды? 5. Какие условия необходимы для насыщения минеральной воды диоксидом углерода? 6. Какими способами обеззараживают минеральные воды? 7. Как организуют розлив минеральных вод в бутылки? 8. Как наливают минеральные воды в железнодорожные и автомобильные цистерны? 9. Как хранят и транспортируют минеральные воды, разлитые в бутылки? 10. Какие требования предъявляют к минеральной воде?

Глава 8. ПОТЕРИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА, БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ, КВАСА И МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

●

Под технологическими потерями подразумевают безвозвратную утрату части сырья, полупродукта и готового продукта на различных стадиях технологического процесса.

8.1. ПОТЕРИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛОДА

Потерями солодовенного производства считают уменьшение массы ячменя в процессе его переработки на солод. Потери выражаются в процентах. Сплав, солодовые ростки, зерновую примесь, мелкий ячмень и другие отходы, которые в дальнейшем используют на кормовые цели, к потерям не относят.

8.1.1. ПОТЕРИ ПРИ ХРАНЕНИИ ЯЧМЕНЯ

На элеваторах потери ячменя при хранении до 3 мес составляют 0,045%, до 6 мес — 0,065, а до 1 года — 0,095% к массе товарного ячменя.

8.1.2. ПОТЕРИ В ПРОЦЕССЕ СОЛОДОРАЩЕНИЯ

В процессе солодоращения происходят потери сухих веществ при замачивании и проращивании зерна, а также при полировке солода.

При замачивании зерна часть веществ оболочки его выщелачивается; в воду переходят сахара, пентозаны, азотистые и минеральные вещества. Потери на выщелачивание составляют около 1,0% к массе сухих веществ отсортированного ячменя. Потери на сплав при мойке зерна колеблются в пределах 0,6...1,5% к массе сухих веществ отсортированного ячменя.

Часть сухих веществ теряется при дыхании в процессе проращивания, такие потери достигают 5,5...6,0% к массе сухих веществ отсортированного ячменя, при полировке солода — 0,2% к массе солода, поступившего на производство. При удалении ростков потери составляют 4,5...5,0% к массе солода.

Для снижения потерь при солодоращении необходимо предусматривать следующее:

хранить ячмень в оптимальных условиях и перед поступлением на переработку подвергать первичной и вторичной очистке;
ограничивать доступ кислорода в фазе интенсивного роста корешков;

применять активаторы и ингибиторы роста, ускоряющие при совместном действии растворение зерна, а также противодействующие чрезмерной активности ферментов;

внедрять прогрессивную технологию солодоращения и т. д.

Потери при солодоращении вычисляют по массе ячменя и готового сухого солода или по массе 1000 зерен в пересчете на сухое вещество. При определении потерь по массе ячменя и готового солода расчет производят с учетом их влажности (см. главу 3. Практические занятия).

8.2. ПОТЕРИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА

Потери на стадиях приготовления пива складываются из потерь экстрактивных веществ в варочном цехе и потерь по жидкой фазе.

8.2.1. ПОТЕРИ В ВАРОЧНОМ ЦЕХЕ

Среднесложившиеся данные для пивоваренных заводов, оснащенных варочным агрегатом вместимостью 5,5 т, составляют 2,4% к массе сухих веществ.

Потери в варочном цехе обусловлены потерями при дроблении солода, в солодовой дробине, при смачивании оборудования и трубопроводов. Количество потерь определяется разностью между экстрактивностью перерабатываемого сырья и выходом экстракта и при нормальной работе варочного цеха не превышает 2%. Значительные потери экстракта указывают на необходимость изменения режимов дробления солода и приготовления затора, а также улучшения промывки солодовой дробины.

8.2.2. ПОТЕРИ ПО ЖИДКОЙ ФАЗЕ

Среднесложившиеся видимые потери по жидкой фазе могут составлять 13,4% к объему горячего сусла. Они суммируются из потерь на следующих стадиях производства: охлаждение горячего сусла, его брожение, дображивание и фильтрование пива, розлив и пастеризация готовой продукции.

Охлаждение сусла. Общие потери на стадии охлаждения сусла рассчитывают, исходя из объемов горячего и холодного сусла. Различают действительные и видимые потери. Действительные потери происходят в результате удерживания сусла хмелем и осадком взвесей, а также смачивания трубопроводов и поверхностей аппаратуры. К видимым потерям относятся уменьшение объема сусла из-за

сжатия при его охлаждении, испарения воды и выделения из сула белкового осадка.

Потери сула, вызванные удерживанием хмелем, зависят от его расхода, массовой доли сухих веществ сула и способа обработки хмелевой дробины. При расходе хмеля в количестве 20 г/дал потери могут составлять около 1%.

Сокращение потерь сула с хмелем достигается тщательной промывкой горячей водой хмелевой дробины. При использовании порошкообразного и молотого хмеля могут быть потери 0,07...0,12%; применение хмелевого экстракта приводит к значительному сокращению потерь.

Потери сула, связанные с осадком взвесей горячего сула, могут колебаться в пределах 0,2...1,0%. Так, при центрифугировании сула потери с осадком могут составлять 0,3%, в отстойном аппарате — 0,2...0,45%. Следовательно, снижения потерь, вызванных удерживанием сула хмелем и осадком взвесей горячего сула, можно добиться, применяя в производстве хмелепродукты, современное оборудование и прогрессивную технологию.

Потери сула, связанные со смачиванием трубопроводов и поверхностей аппаратуры, могут колебаться в пределах 0,1...0,2% и зависят от габаритов аппаратуры, длины и диаметра трубопроводов.

Количество потерь при испарении воды зависит от способа охлаждения и погодных условий (атмосферное давление и наружная температура). Наибольшие потери наблюдаются при охлаждении сула с помощью холодильной тарелки в сочетании с оросительным холодильником. При использовании отстойных и закрытых аппаратов потери могут уменьшаться до нормируемых пределов.

Брожение сула. Потери в бродильном цехе образуются при снятии деки, из-за пропитывания дрожжей сулом, а также смачивания бродильных аппаратов. Для различных сортов пива общие потери молодого пива в пересчете на объемы холодного сула могут составлять 2,3...2,5%.

При проведении процесса брожения в открытых аппаратах образуется дека, которую удаляют перед перекачиванием сула на дображивание. В зависимости от толщины и консистенции деки потери пива могут быть 0,1...0,4% и снижаться при осуществлении брожения в закрытых аппаратах, так как в данных условиях образуется меньше деки и при перекачивании сула она остается на стенках аппарата.

Перекачивание сула при низких температурах благоприятно влияет не только на процесс дображивания и качество пива, но и способствует образованию компактного осадка дрожжей и, следовательно, снижению потерь.

Потери начального сула можно снизить, применив способ флотации, при котором около 60% остающегося в флотационном аппа-

рате осадка взвесей охлажденного суслу вводят для следующей варки в фильтрационный или заторный аппарат.

Потери в результате смачивания зависят от габаритов бродильных аппаратов, диаметра и длины трубопроводов. Как правило, в больших аппаратах они ниже, чем в малых.

Дображивание и фильтрование пива. Потери в цехе дображивания складываются из потерь пива с осадком на дне аппаратов, при смачивании и фильтровании. Для различных сортов общие потери при пересчете на объем молодого пива могут составлять 2,36...3,0%. При использовании цилиндроконических бродильных аппаратов потери достигают 4,65%.

После удаления пива из аппарата дображивания на дне остается осадок, количество которого можно снизить путем прессования или центрифугирования осадка, получая до 40...50% пива. Это пиво можно смешивать с готовым продуктом, целесообразно также подвергать пиво дополнительному дображиванию в течение 14 сут, чтобы улучшить его вкус и стойкость.

Для снижения потерь при смачивании предусматривают применение аппаратов дображивания большой емкости. Количество потерь при фильтровании зависит от способа осветления пива. Так, при фильтровании через диатомит (кизельгур) потери выше, чем при сепарировании. В настоящее время за рубежом при использовании разных типов диатомитовых фильтров предусматривается сокращение потерь за счет сбора и дальнейшего использования первой и последней фракций фильтра.

Розлив и пастеризация пива. Потери при розливе зависят от вида емкостей. Например, при наливке в пивовозы потери могут достигать 0,13%, а в бочки — до 0,5, при розливе в бутылки — 2,0% к объему отфильтрованного пива. На потери при розливе в бутылки влияют следующие факторы: температура пива, содержание диоксида углерода, техническое состояние трубопроводов и разливочных кранов, бой бутылок в разливочных и укупорочных машинах, способ розлива и т. д. Снижения потерь при розливе можно добиться совершенствованием оборудования линии и рациональной организацией съема бутылок с линии.

Потери при пастеризации, которые могут доходить до 2,0% к объему пива, зависят от перепада температур и размера воздушного пространства в горловине бутылки. Для снижения этих потерь целесообразно использовать бутылки, выдерживающие колебание температур в пределах 2...3 °С в минуту. Необходимо также контролировать размер воздушного пространства в бутылке с тем, чтобы при нагревании оно служило буфером при нарастании внутреннего давления. Бутылки для пива первой категории качества должны выдерживать внутреннее давление 0,8 МПа в течение 60 с.

8.3. ПОТЕРИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Предельно допустимые потери сухих веществ при производстве безалкогольных напитков для каждого предприятия устанавливают в зависимости от используемого технологического оборудования.

Фактические потери сухих веществ по стадиям производства для данного предприятия определяют после выполнения подготовительных работ по приведению технологического оборудования в рабочее состояние: устранение течи кранов, вентилялей, отладка линии розлива напитков, проверка средств измерения, замеров производственных емкостей.

Потери сухих веществ рассчитывают по следующим стадиям: варка сахарного сиропа и розлив напитка.

На стадии варки сахарного сиропа потери сухих веществ определяют с учетом использования промывных вод, содержащих часть сухих веществ, а также отбракованной продукции, направленной на переработку предыдущей варки. Эти потери вычисляют по разности между массой сухих веществ сахара и других сахаросодержащих продуктов (отбракованная продукция, промывные воды) и массой сухих веществ в готовом сиропе.

Потери сухих веществ на стадии приготовления купажного сиропа рассчитывают с учетом его потерь при фильтровании и определяют по разности между массой сухих веществ, внесенных в купажный сироп с сахарным сиропом, включая другие компоненты, и массой сухих веществ в профильтрованном купажном сиропе.

Потери сухих веществ на стадии розлива напитков рассчитывают с учетом сухих веществ в отбракованной продукции и определяют по разности между массой сухих веществ в профильтрованном купажном сиропе и массой сухих веществ в готовой и отбракованной продукции (отбракованную продукцию направляют на переработку при очередной варке напитка).

Общие потери сухих веществ при производстве безалкогольных напитков не должны превышать 4,35% к массе исходного сырья.

Общие потери сухих веществ при производстве товарных сиропов в процессе фильтрования могут достигать 2,8% к массе исходного сырья.

Одним из основных путей сокращения потерь сухих веществ в производстве является приготовление напитков на инвертном сахарном сиропе. Кроме того, достигают сокращения потерь сухих веществ при полном использовании различных сахаросодержащих жидкостей, образующихся в процессе производства напитков.

8.4. ПОТЕРИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КВАСА

При выработке кваса способом брожения возникают потери сухих веществ на стадиях приготовления квасного сусла и сахарного сиропа, при разведении концентрата и перекачивании его в бродительный аппарат, сбраживании квасного сусла, съеме сусла с дрожжевого осадка, при купажировании и розливе.

Потери сухих веществ при варке сахарного сиропа составляют 1% мас. Потери происходят также при перекачивании сиропа в сборник и снятии пены.

В процессе приготовления квасного сусла настойным способом теряются экстрактивные вещества (20...24% мас.) в нерастворившейся части хлебного сырья.

При получении квасного сусла из концентрата потери сухих веществ (6,5% мас.) возникают при его разведении и перекачивании в бродительный аппарат.

Потери сухих веществ при сбраживании квасного сусла слагаются из потерь на разведение культур (чистых) дрожжей или молочнокислых бактерий — 3% мас. и на брожение — 1% мас.

При съеме сусла с дрожжевого осадка и при купажировании потери сухих веществ составляют 3% мас. При наливке кваса в автоцистерны потери сухих веществ равны 2% мас., а при изобарическом способе розлива — 0,8% мас.

8.5. ПОТЕРИ ПРИ РОЗЛИВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

При розливе минеральной воды количество потерь ее и диоксида углерода находится в зависимости от типа используемого на предприятиях разливающего оборудования (табл. 8.1).

8.1. Потери минеральной воды и диоксида углерода при розливе

Разливающее оборудование	Потери, %	
	минеральная вода	диоксид углерода
«Инвеста», «Ленпишемаш» и др.	30,2	80...85
ВМИ-Р6 с разливным устройством ВНИИ-106	15,3	65...75

Общие потери минеральной воды при розливе в бутылки $P_{\text{общ}}$ (в м³) и $P'_{\text{общ}}$ (в % от количества поступившей воды) определяют по разности в показаниях счетчика (водомера) воды до и после окончания смены (рабочего дня) и объемом воды в готовой продукции за указанное время:

$$P_{\text{общ}} = Q_{\text{общ}} - V_{\text{фс}} W/10^6;$$

$$P'_{\text{общ}} = (P_{\text{общ}}/Q_{\text{общ}})100,$$

где $Q_{\text{общ}}$ — общее количество поступившей воды по счетчику (водомеру) за смену или полный рабочий день, м³; $V_{\text{фс}}$ — фактическое среднее содержание минеральной воды в бутылке, мл; W — количество продукции, выработанной за смену или рабочий день, бут.; 10^6 — коэффициент перевода м³ в мл.

Потери минеральной воды на одну бутылку P_6 (в мл) и P'_6 (в %) определяют по формулам

$$P_6 = Q_6 - V_{\text{с}};$$

$$P'_6 = (P_6/Q_6)100,$$

где Q_6 — расход воды на одну бутылку, мл; $V_{\text{с}}$ — средний объем воды в бутылке, мл.

Потери минеральной воды могут быть значительно уменьшены за счет сокращения боя и брака бутылок, оснащения прогрессивным разливающим оборудованием.

При розливе минеральной воды общие потери диоксида углерода $P_{\text{общ}}$ (в кг) и $P'_{\text{общ}}$ (в %) определяют по формулам

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{CO}_2} - (A_{\text{ф}} - a_1);$$

$$P'_{\text{общ}} = (P_{\text{общ}}/P_{\text{CO}_2})100,$$

где P_{CO_2} — общее количество диоксида углерода, израсходованное на газирование воды, кг; $A_{\text{ф}}$ — фактический расход диоксида углерода, кг; a_1 — перерасход диоксида углерода за счет увеличения количества минеральной воды в бутылке выше номинального, кг.

Потери диоксида углерода на одну бутылку P_6 (в кг) и P'_6 (в %) рассчитывают по формулам

$$P_6 = (P_{\text{общ}}/W)10^3;$$

$$P'_6 = (P_6/Q_6)100,$$

где W — количество продукции, выработанной за смену или рабочий день, бут.; Q_6 — расход диоксида углерода на одну бутылку, г.

Снижение потерь диоксида углерода при розливе может быть достигнуто за счет устранения перепада давления на сатурационной установке и в баке разливающей машины, обеспечения охлаждения воды до заданного предела, введения строгого контроля за расходом диоксида углерода.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы потери сухих веществ при производстве солода, как их снизить?
2. Какие основные потери сухих веществ в варочном цехе? 3. Как снизить потери по жидкой фазе при производстве пива? 4. Каковы постадийные потери сухих веществ в безалкогольном производстве? 5. Сколько сухих веществ теряется при производстве кваса? 6. Как определить потери при розливе минеральных вод?

Глава 9. УТИЛИЗАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

●

В пивоваренной промышленности к вторичным сырьевым ресурсам относят отходы производства и побочные продукты.

Отходами производства называют остатки сырья и материалов, полученные при изготовлении основной продукции. В дальнейшем они могут быть использованы в других отраслях народного хозяйства в качестве сырья или добавок к нему при производстве новой продукции или как вторичная продукция другого назначения (например, для корма скота и птицы).

Побочными продуктами называют такие продукты, которые образуются при переработке сырья наряду с основной продукцией. Они могут быть готовой продукцией без дополнительной или в результате предварительной обработки.

Вторичным сырьем (отходами потребления) называют также различные полностью или частично амортизированные материалы и изделия, которые после использования могут быть применены в качестве сырья или направлены на повторную переработку.

9.1. НОРМАТИВЫ ОБРАЗОВАНИЯ И СБОРА ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Согласно нормам технологического проектирования установлены следующие нормативы образования и сбора вторичных сырьевых ресурсов, определенные на основании многолетних данных работы отечественных пивоваренных заводов.

Нормативы образования вторичных сырьевых ресурсов устанавливают количество каждого их вида в процентах к массе сырья или готового продукта, получаемого при производстве солода и пива в соответствии с действующими технологией и способом производства, а также теоретическим выходом готового продукта.

Однако теоретические нормы выхода экстрактивных веществ при производстве солода и пива отсутствуют, поэтому при установлении нормативов образования вторичных материальных ресурсов следует исходить из эмпирически установленных норм образования зерновых отходов, сплава зерна, солодовых ростков, пивной дробил-

Продукты	Нормативы	
	образования	сбора
Зерновые отходы (влажность 15%), % к массе сухих веществ товарного ячменя	4,5	3,5
Сплав зерна (влажность 30%), % к массе сухих веществ очищенного ячменя	1,0	0,5
Ростки солодовые (влажность 10%), % к массе сухих веществ сушеного солода	4,0	3,0
Дробина пивная сырая (влажность 88%), % к объему пива:		
при использовании гидротранспортера	35,0	35,0
при сухой выгрузке	20,0	20,0
Дрожжи пивные остаточные (влажность 88%), образующиеся при традиционном способе производства, % к объему пива	1,0	0,5
То же при производстве пива в ЦКБА, % к объему пива	2,0	1,0

ны, остаточных дрожжей, отходов от полировки. Теоретически определяют только норматив образования пивной дробины.

Пищевые предприятия планируют нормативы сбора, использования и переработки вторичных материальных ресурсов.

Норматив сбора устанавливает количество каждого вида вторичных материальных ресурсов, выраженное в процентах к массе перерабатываемого сырья или готового продукта, которые должны быть собраны для последующего использования внутри или вне отрасли.

Норматив сбора одного из вторичных материальных ресурсов, % к массе перерабатываемого сырья или готового продукта

$$H_{сб} = \frac{P_v + P'_v}{P_1} \cdot 100\%,$$

где P_v — количество одного из вторичных материальных ресурсов, которое должно быть использовано внутри отрасли на производство солода и пива, тыс. т; P'_v — количество одного из вторичных материальных ресурсов, которое должно быть использовано в других отраслях или на другие виды продукции, тыс. т; P_1 — масса сырья или готового продукта, тыс. т.

Значения P_v и P'_v определяют по фактическим данным предприятия, отраженным в его отчетных документах. Максимальное количество каждого вида вторичных материальных ресурсов не должно превышать их количества, определенного по нормативам образования.

Фактические объемы сбора вторичных материальных ресурсов, тыс. т,

$$M_{сб} = M \cdot H_{сб} / 100,$$

где M — количество вторичных материальных ресурсов, тыс. т.

Норматив использования вторичных материальных ресурсов определяют их количеством, выраженным в процентах, которое заменяет первичное сырье при производстве солода и пива.

Поскольку в пивоваренном производстве основные вторичные материальные ресурсы не используют, то нормативы на них не устанавливают.

Норматив переработки вторичного сырья — это выраженный в процентах уровень использования вторичного сырья при производстве других продуктов к количеству используемого внутри данной отрасли первичного сырья. В пивоваренном производстве устанавливают норматив переработки только для остаточных пивных дрожжей, так как из них получают сухие очищенные дрожжи.

9.2. ОТХОДЫ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

К отходам пивоваренного производства относятся: зерновые отходы, слав зерна, солодовые ростки, пивная и хмелевая дробина, белковый отстой, остаточные пивные дрожжи, замочные воды.

Диоксид углерода, сухие пивные дрожжи — побочные продукты, а стеклобой является вторичным сырьем.

Из общего количества отходов около 86% приходится на солодовую дробину и 14% — на остальные отходы.

Пути использования данных отходов и побочных продуктов иллюстрируются схемой на рис. 9.1.

9.2.1. ЗЕРНОВЫЕ ОТХОДЫ

К зерновым отходам относят щуплые, поврежденные заплесневевшие, незрелые, неполноценные зерна, а также зерна других злаков.

Зерновые отходы используют на кормовые цели. Кормовая ценность 1 кг зерновых отходов 0,5...0,6 корм. ед.

9.2.2. СПЛАВ ЗЕРНА

В процессе мойки зерна образуется слав, который содержит неполноценные зерна ячменя, мякину, солому и другие легкие примеси. Влажность сплава колеблется в пределах 12...32%, что обуславливает его нестойкость при хранении. Слав зерна используют на кормовые цели. С 1 т ячменя получают 10 кг сплава зерна.

9.2.3. ЗАМОЧНАЯ ВОДА

Этот отход образуется при замачивании ячменя для приготовления солода. В состав замочной воды входят биологически активные вещества, регулирующие процессы роста, дыхания, биосинтез гидролитических ферментов и обладающие антибиотическими (антиростовыми) свойствами. В зависимости от качества ячменя и способа замачивания содержание полезных веществ в замочной воде может составить 0,5...1,5%.

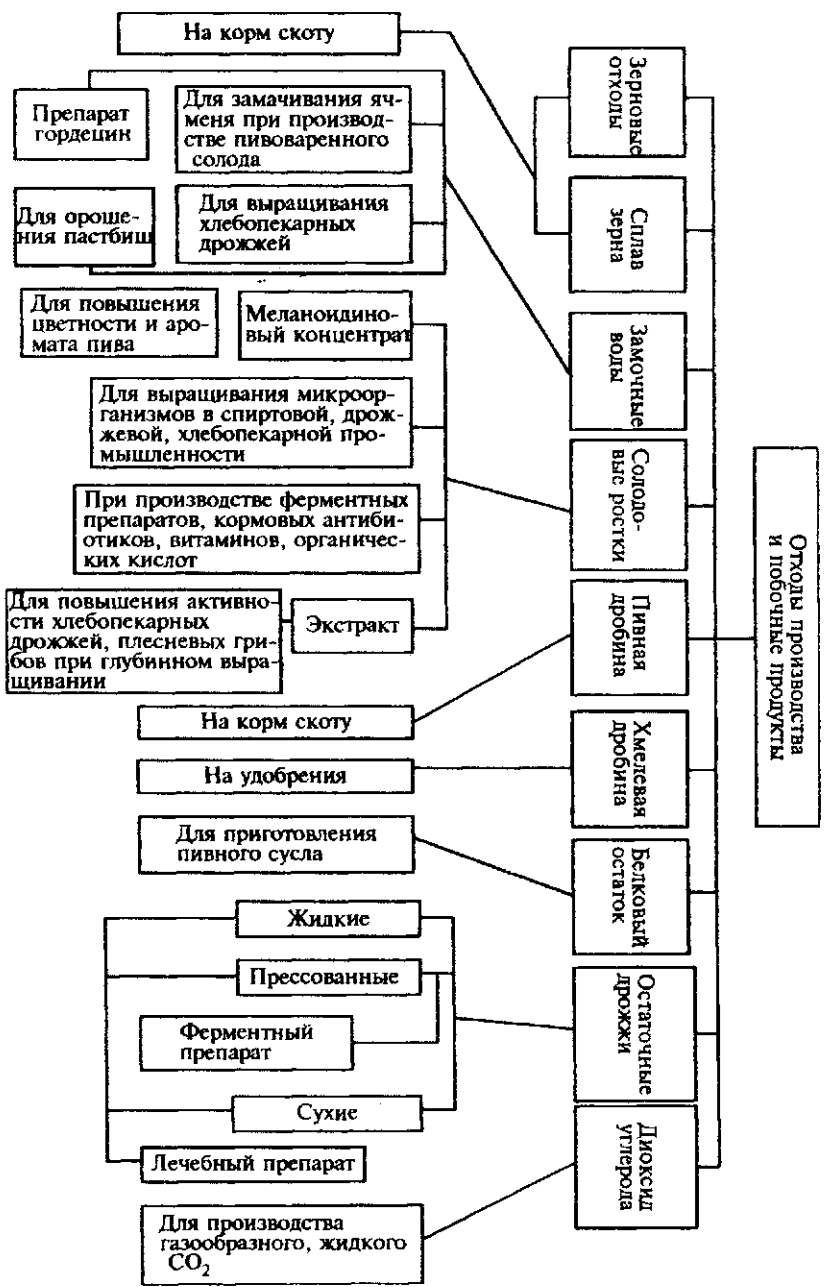


Рис. 9. 1. Схема использования отходов пивоваренного производства

Замочную воду повторно частично используют для замачивания ячменя, что позволяет сократить на 1 сут продолжительность процесса проращивания и увеличить выход солода. Из замочной воды может быть получен антибиотический препарат гордесцин, применение которого позволяет улучшать качество хлеба, увеличивать срок хранения куриных яиц.

9.2.4. СОЛОДОВЫЕ РОСТКИ

Ростки отделяют от солода после сушки на росткоотбойных машинах. Ростки ячменного солода имеют малую объемную массу, очень гигроскопичны, не подлежат длительному хранению; их транспортирование связано с большими трудностями. Присутствие алкалоида горденина и повышенное содержание аспарагина и золы придает росткам горечь и специфический запах. Поэтому на кормовые цели ростки используют в смеси с грубыми кормами (соломой, половой). Кормовая ценность 1 кг ростков составляет 0,77 корм. ед.

Солодовые ростки содержат значительное количество азотистых веществ (25...30%), большая часть которых представлена азотом аминокислоты и низшими пептидами. Они богаты безазотистыми экстрактивными веществами (30...45%) и в меньших количествах содержат клетчатку (9...12%), жир (1...2%), минеральные вещества (6...7%), а также органические кислоты, витамины группы В, РР, Е, С, ферменты, стимуляторы роста (инозит и биотин) и гиббереллиноподобные вещества. Алкалоид горденин содержится в пределах 0,1...0,5% к массе сухих веществ.

Наличие в ростках биологически активных и питательных веществ явилось предпосылкой к использованию их в качестве составной части питательных сред для выращивания микроорганизмов в спиртовом, дрожжевом, хлебопекарном производствах, культур плесневых грибов при изготовлении ферментных препаратов, кормовых антибиотиков (биомицина, тетрамицина), витаминов, органических кислот, для стимулирования прорастания зерна на солод.

Применение большого количества несоложенных материалов в процессе приготовления сусла часто приводит к изменению характерного аромата и цветности готового пива. Для подкраски и ароматизации сусла рекомендуют использовать меланоидиновый концентрат, приготавливаемый из солодовых ростков.

9.2.5. ПИВНАЯ ДРОБИНА

Пивная дробина представляет собой остаток дробленых зернопродуктов, образующихся после фильтрования затора и промывания солодовой дробины горячей водой. Пивная дробина состоит из жидкой (45%) и твердой (55%) фаз. Твердая фаза дробины содержит оболочку и нерастворимую часть зерна.

Пивная дробина имеет светло-коричневый цвет, солодовый запах. Состав пивной дробины зависит от качества солода, количества применяемого несоложенного сырья и сорта изготавливаемого пива. В 1 кг свежей пивной дробины содержится в среднем (в %): сухих веществ 20...24, из них белковых веществ 5,3...7,1; безазотистых экстрактивных веществ 8,7...14,6; жира 1,5...1,8; минеральных веществ 0,9...1,2. Кроме того, в дробине может быть до 88% влаги. Пивную дробину используют в свежем (сыром) виде в основном на корм скоту. Кормовая ценность 1 кг свежей пивной дробины составляет 0,7...0,23 корм. ед. Выход дробины влажностью 88% может составлять 2,5 т на 1000 дал пива. Выход дробины зависит от экстрактивности солода и несоложенных материалов, степени использования при затирании экстракта зернопродуктов. Пивную дробину реализуют в свежем виде в ближайшие хозяйства. Однако из-за высокой влажности она при хранении закисает, плесневеет и теряет питательную ценность. Поэтому срок хранения пивной дробины ограничивают 24 ч, а для повышения ее стойкости применяют консервирование. В НИИ физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных разработан способ ее консервирования, предусматривающий внесение в дробину определенного количества хлорида натрия в виде порошка или раствора при перемешивании в течение 5...10 мин. В частности, при 1%-ной концентрации хлорида натрия обеспечивается сохранность дробины в течение 3...4 сут, 2%-ной — 6...7, 3%-ной — 8...10 сут.

Для сохранения пивной дробины в летний период возможна ее сушка. Однако это экономически целесообразно при использовании дешевых вторичных энергоресурсов, эффективного оборудования и при наличии производственной площади для организации сушильного цеха.

Пивная дробина может быть использована для производства культур плесневых грибов, пищевых волокон и пищевых продуктов (хлеба, панировочной муки, соусов и т. п.).

9.2.6. ХМЕЛЕВАЯ ДРОБИНА

Хмелевая дробина представляет собой остаток хмеля, образующийся после перекачивания охмеленного сусла и промывания дробины горячей водой.

Хмелевая дробина имеет темно-бурый цвет, горький вкус и хмелевой запах.

Дробина содержит около 20% горьких веществ от общего содержания их в хмеле. Массовая доля сухих веществ в хмелевой дробине составляет около 15%. В сухих веществах дробины в среднем содержится (в %): белковых веществ 17, безазотистых экстрактивных веществ 47, клетчатки 25, минеральных веществ 5, эфирной вытяжки (жир и горькие хмелевые вещества) 6. Хмелевую дробину

иногда используют в качестве добавки к грубым кормам для малопродуктивного крупного рогатого скота или как удобрение. Выход хмелевой дробины составляет 3...4 кг на 1 кг хмеля.

При использовании молотого хмеля для осветления пивного сусла применяют гидроциклонный аппарат, в котором образуется хмелевая дробина в виде шлама, удаляемого в канализацию.

9.2.7. БЕЛКОВЫЙ ОТСТОЙ

Этот отход образуется при осветлении пивного сусла в отстойных, гидроциклонных аппаратах или сепараторах. На 100 кг засыпи зернопродуктов получают 2...3 кг белкового отстоя влажностью 80%.

Белковый отстой имеет коричневатый цвет, горький вкус и слабый хмелевой запах. Массовая доля сухих веществ в белковом отстое составляет около 20%. В состав сухих веществ входят (в %): белковые вещества — 7,0, безазотистые экстрактивные вещества — 7,7, клетчатка — 1,2, хмелевые смолы — 3,3. Кроме того, белковый отстой содержит следующее количество микроэлементов (в мг%): марганец — 8,7, медь — 2,4, серебро — 1,66, свинец — 1,58, железо — 1,0. В белковом отстое также присутствуют аминокислоты (триптофан, цистин, лизин, аспарагиновая кислота, серин, глицин, глутаминовая кислота, треонин, аланин, тирозин, метионин, валин, фенилаланин, лейцин, пролин и др.) и витамины (тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота). Состав белкового отстоя зависит от состава зернопродуктов, технологического режима приготовления и способа осветления пивного сусла. Белковый отстой в смеси с пивной дробинкой иногда реализуют на кормовые цели.

На пивоваренных заводах белковый отстой используют для приготовления пивного сусла. Белковый отстой возвращают в заторный аппарат перед кипячением отварки или в фильтрационный аппарат при сборе первой промывной воды. При этом происходит увеличение набора готового сусла за счет экстрактивных веществ, содержащихся в белковом отстое.

В Чехии белковый отстой используют для корма рыб в прудовом хозяйстве.

9.2.8. ОСТАТОЧНЫЕ ПИВНЫЕ ДРОЖЖИ

В процессе брожения и дображивания на дно аппаратов оседают дрожжи. Часть этих дрожжей используют как семенные, а оставшиеся являются отходом. Когда остаточные дрожжи вырабатывают в прессованном и сухом виде, они являются побочными продуктами производства.

Остаточные пивные дрожжи представляют собой густую массу со специфическим дрожжевым вкусом с небольшой хмелевой горечью и запахом, свойственным свежим дрожжам.

Массовая доля сухих веществ в остаточных пивных дрожжах до 15%.

В состав остаточных пивных дрожжей входят белковые вещества (до 50...70% сухого вещества), жиры, гликоген, минеральные вещества, витамины (группы В, никотиновая кислота, пантотеновая кислота, биотин, инозит, провитамин D — эргостерин и др.). Важным компонентом дрожжей являются лецитин, холин, глутатион, которые положительно влияют на обмен веществ и функционирование нервной системы человека. Жидкие пивные остаточные дрожжи могут содержать влаги до 85%. Выход остаточных пивных дрожжей может составлять 1 кг на 1 гл пива.

В б. НПО ПБП была разработана технология приготовления пивного суслу с использованием остаточных дрожжей, что позволяет перерабатывать солод с незначительным белковым растворением и пониженной конечной степенью сбраживания. В процессе приготовления суслу в заторный аппарат в начале затирания или перед кипячением затора вносят остаточные дрожжи в количестве 2...5% к массе зернопродуктов. В результате повышается выход экстракта в варочном цехе на 1% и ускоряется процесс сбраживания суслу.

Остаточные пивные дрожжи часто используют в сыром виде как кормовую добавку. Кормовая ценность 1 кг дрожжей составляет 0,14 корм. ед.

Поскольку остаточные дрожжи содержат витамины и биологически активные вещества, то их используют в качестве сырья для приготовления различных биопрепаратов или в качестве лечебных препаратов в жидком, прессованном и сухом виде.

Жидкие остаточные дрожжи являются нестойкими при хранении, с неприятной хмелевой горечью, что ограничивает их применение. В нашей стране на нескольких пивоваренных заводах вырабатывают очищенные сухие пивные дрожжи из остаточных дрожжей. Эти сухие дрожжи рекомендованы для детского питания и в качестве лечебного препарата для взрослых.

Сухие очищенные дрожжи готовят следующим образом. Остаточные дрожжи с массовой долей сухих веществ 10...12% поступают из бродительного цеха в первый сборник, где их разбавляют холодной водой в соотношении 1:4 и перемешивают в течение 10 мин. Полученную дрожжевую суспензию пропускают через сито и подают в промежуточный сборник, а затем на сепаратор. Отсепарированные дрожжи поступают во второй сборник, где их обрабатывают 1%-ным раствором хлорида натрия из расчета 4 части солевого раствора на 1 часть жидких дрожжей. В этом сборнике дрожжи выдерживают в солевом растворе в течение 30 мин при постоянном перемешивании. Далее полученную смесь направляют на сепаратор. Отсепарированные дрожжи поступают в сборник и оттуда направляются в первый сборник, где к ним добавляют воду (в соотношении

1:4) для удаления остатков солевого раствора. Промывку дрожжей проводят в течение 10 мин при постоянном перемешивании. Далее дрожжевую суспензию через сито подают в следующий сборник, а затем — на сепаратор. Цикл отмывки от солевого раствора повторяют 3 раза, после чего промытые и отсепарированные дрожжи собирают в сборник и передают на сушку. Дрожжи высушивают на вальцовой сушилке при рабочем давлении 0,3...0,4 МПа и температуре 110 °С. Толщина сходящей пленки сухих дрожжей не более 0,1...0,2 мм. Высушенные дрожжи измельчают и фасуют. Выход сухих очищенных дрожжей влажностью 7...8% из 1 л жидких дрожжей влажностью 88...90% составляет 80...85 г. Сухие дрожжи содержат (в %): воды не более 8, белковых веществ не менее 48, минеральных веществ не более 10.

За рубежом из пивных дрожжей помимо ферментных препаратов получают дрожжевые экстракты и приправы, а также нуклеиновые кислоты, глютаминовую кислоту, аминокислоты, витамин В и другие продукты.

9.2.9. ДИОКСИД УГЛЕРОДА

При сбраживании пивного сусла выделяется диоксид углерода, являющийся побочным продуктом, в котором могут присутствовать следы органических соединений, этиловый спирт, высшие спирты, летучие органические кислоты, эфиры и пары воды.

На пивоваренных заводах можно получать в среднем на 1 гл пива 1,5 кг жидкого товарного диоксида углерода.

Диоксид углерода в газообразном состоянии обычно используют на внутренние потребности производства. Получение диоксида углерода в газообразном состоянии предусматривается, если при брожении выделяется 4,5...10,0 кг/ч газа.

Схема получения диоксида углерода, предназначенного для использования в пивоваренном и безалкогольном производствах, представлена на рис. 9.2. Газ, выделяющийся при сбраживании пивного сусла, направляют в пеноуловитель для отделения пены и капель сусла. Далее газ обрабатывают водой и раствором перманганата калия в промывной колонне (комбинированном скруббере), где он очищается от примесей продуктов брожения — этилового спирта, альдегидов, эфиров, летучих органических кислот и других соединений. После промывной колонны газ поступает в водоотделитель, затем — в компрессор, в котором он сжимается до давления 0,5...0,7 МПа. Сжатый газ охлаждают в теплообменнике, откуда направляют во влагомаслоотделитель, после чего очищают от следов органических примесей в фильтрах с активным углем. Затем газ поступает в фильтры, заполненные силикагелем, для удаления следов влаги и масла, далее — в блок ресиверов, откуда через автоматический дроссельный клапан, снижающий давление до 0,1...

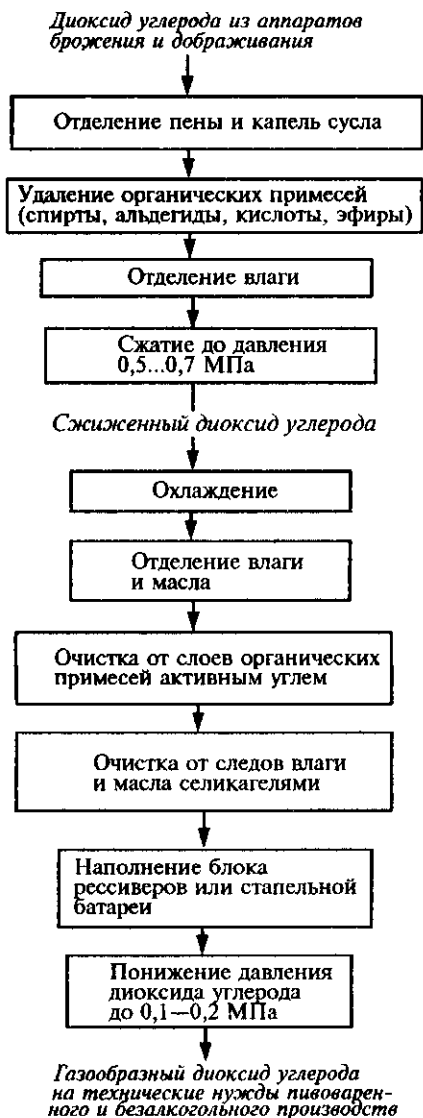


Рис. 9.2. Схема утилизации диоксида углерода в пивоваренном производстве

0,2 МПа, поступает в производство. Рассмотренная схема получения диоксида углерода относительно проста, но необходимо газохранилище значительного объема, превышающего в 35 раз объем хранилища для жидкого газа.

При выделении диоксида углерода в количествах более 10 кг/ч экономически целесообразно хранить его в жидком виде. Как показала практика, 300...800 кг диоксида углерода, сжатого до давления 1,5 МПа, занимает объем 28,2...37,5 м³. На пивоваренных заводах диоксид углерода в жидком виде рационально получать по циклу высокого давления. Из диоксида углерода предварительно удаляют пену, капли пивного сусла, влагу, а затем направляют в первую ступень компрессора, где сжимают до давления 0,6...0,8 МПа. Далее газ охлаждают до температуры 26...28 °С в теплообменнике, очищают от капель масла и влаги во влагомаслоотделителе и от органических примесей в фильтре с активным углем. Затем газ сжимают до давления 2,4...2,8 МПа во второй ступени компрессора, направляют в теплообменник для охлаждения до 25...28 °С, далее — во влагомаслоотделитель. После него газ сжимают до 6,5...7,0 МПа в третьей ступени компрессора, охлаждают до 30 °С и пропускают через влагомаслоотделитель и фильтры

высокого давления, заполненные силикагелем. Далее диоксид углерода направляют к фильтрам, заполненным синтетическим цеолитом, для глубокой осушки. Затем в конденсаторе газ отдает теплоту

конденсации и переходит в жидкое состояние. Жидкий диоксид углерода накапливают в блоке ресиверов или в стапельной батарее, а затем через коллектор заполняют им баллоны.

Для безбаллонной транспортировки газа получают низкотемпературный диоксид углерода. Для этого жидкий газ из блока ресиверов подают через теплообменник к автоматическому дроссельному вентилю, осуществляющему дросселирование от давления конденсации 6,5...7,0 МПа до давления 0,8...1,2 МПа. В результате температуру диоксида углерода снижают до $-43,5...-33,3$ °С, и газ переходит в состояние эмульсии, которую в вихревом разделителе фаз делят на жидкую и газообразную фазы. После прохождения через теплообменник охлажденный газообразный диоксид углерода направляют в смеситель газа, где смешивают с газом, нагнетаемым первой ступенью, и засасывают второй ступенью компрессора. Охлажденный жидкий газ — низкотемпературный диоксид углерода — конечный продукт, им заполняют стационарный изотермический резервуар, из которого затем подают в изотермические транспортные резервуары.

Опыт работы заводов в нашей стране и за рубежом указывает на значительную экономическую эффективность безбаллонного способа хранения и транспортирования низкотемпературного диоксида углерода в изотермических резервуарах. Экономический эффект достигается благодаря исключению погрузочно-разгрузочных работ с баллонами, снижению транспортных расходов, обусловленных перевозкой наполненных и пустых баллонов, сокращению потерь диоксида углерода, связанных с наполнением баллонов, уменьшению затрат на ремонт тары, так как нет необходимости проводить профилактический осмотр, проверку арматуры, промывку, окраску и испытание баллонов.

Диоксид углерода применяют не только в производстве пива, но и для изготовления безалкогольных напитков, минеральных вод, шампанского, сидра, газированных фруктово-ягодных соков и др. Кроме того, диоксид углерода используют в фармацевтической промышленности, при добыче нефти и угля, сварке металлов, в литейном производстве, на тепловых электростанциях и в сельском хозяйстве.

9.3. КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В б. НПО ПБП была разработана технология комплексного использования отходов пивоваренного производства. Согласно этой технологии первоначально в пивную и хмелевую дробину, слав зерна, зерновые отходы вносят водную вытяжку из суперфосфата, приготовленную на замочной воде. Затем смесь этих отходов поэтапно подвергают термическому гидролизу путем нагрева до температуры

80 °С с последующим развариванием при давлении 0,5 МПа в течение 30 мин. Далее разваренную массу охлаждают до температуры 46 °С и направляют на ферментативный гидролиз.

Солодовые ростки размалывают, смешивают с простерилизованной замочной водой, экстрагируют, а затем отбирают 70...80% общего количества образовавшегося экстракта и направляют на выращивание кормовых дрожжей.

Оставшиеся после экстракции солодовые ростки вносят в охлажденную разваренную массу отходов до ее ферментации. Ферментативный гидролиз этой массы проводят в течение 4 ч при 43 °С смесью грибных ферментных препаратов, обладающих амилолитической и цитолитической активностью. После гидролиза жидкую фазу используют для выращивания биомассы солодовых ростков. При этом питательную среду готовят, смешивая жидкую фазу, стерилизованный белковый отстой, экстракт и сульфат аммония. В процессе выращивания дрожжей образуется дрожжевая суспензия, с которой смешивают остаточные пивные дрожжи. Эту смесь далее подвергают плазмолизу, а затем высушивают и сушеные дрожжи упаковывают в тару.

Остаток твердой фазы после ферментативного гидролиза разваренной массы отходов представляет собой вторичную дробину. Ее сушат, а затем гранулируют, получая гранулированный кормовой концентрат.

Применив комплексную переработку основных отходов пивоваренного производства, можно дополнительно поставить сельскому хозяйству страны белковые корма и создать предпосылки для организации безотходного производства на пивоваренных заводах.

В настоящее время еще значительное количество отходов используют на кормовые цели (в качестве кормового средства или компонентов для приготовления кормов) или как удобрение. Однако, внедряя достижения науки и передовой опыт пивоваренных заводов, можно из отходов вырабатывать побочные продукты, применяемые в народном хозяйстве. Примерами могут служить приготовление из солодовых ростков меланоидинового концентрата, из газов, выделяющихся при брожении, получение диоксида углерода, из остаточных пивных дрожжей — сухих, прессованных и жидких дрожжей. Вместе с тем необходимо разрабатывать новые технологии и высокопроизводительное оборудование, обеспечивающие переход на малоотходную или безотходную технологию производства солода и пива.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие вторичные материальные ресурсы пивоваренного производства вы знаете? 2. Как определить фактические объемы сбора вторичных материальных ресурсов? 3. Какие продукты можно получить из солодовых ростков? 4. Какие продукты вырабатывают из остаточных дрожжей? 5. Как утилизируют диоксид углерода в пивоваренном производстве?

Глава 10. ПРОИЗВОДСТВО ЭТИЛОВОГО СПИРТА И ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

10.1. ПРОИЗВОДСТВО ЭТИЛОВОГО СПИРТА

В отечественной промышленности для производства этилового спирта используют крахмалистое (зерно, картофель) и сахаристое (меласса, сахарная свекла) сырье.

К сырью относят также воду для технологических нужд. В качестве вспомогательных материалов применяют формалин, серную кислоту, хлорную известь, карбамид.

К полуфабрикатам относят солод и ферментные препараты.

10.1.1. СЫРЬЕ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Зерно. В спиртовой промышленности используют зерно для приготовления солода, предназначенного для осахаривания крахмала, и переработки на спирт. Для выращивания солода в спиртовом производстве применяют ячмень, рожь, овес, просо.

К зерну для получения солода предъявляют следующие требования:

цвет — у ячменя желтый разных оттенков, свойственный ячменю, допускается потемневший, у овса — свойственный нормальному зерну, у проса белый и кремовый, от светло- до темно-красного и коричневого, от золотисто-желтого до темно- и серовато-желтого, у ржи — свойственный нормальному зерну ржи;

запах — нормальный, не допускается затхлого, солодового, плесневелого и других посторонних запахов, не свойственных нормальному зерну;

влажность (в %, не более): ячменя и ржи 15,5, овса 16, проса 15;

натура (в г/л, не менее): ячменя 570, ржи 685, овса 420;

сорная примесь в ячмене, ржи, овсе не более 2%; в просе не более 3,0 %;

способность к прорастанию (на пятый день) (в %, не менее): ячменя и ржи 92, овса 90, проса 86;

зараженность вредителями хлебных злаков не допускается, кроме клеща, не выше I степени.

Химический состав — в зерне содержится в среднем 14...15% влаги и 85...86% сухих веществ; средний состав сухих веществ зерна

при влажности 15% следующий (в %): крахмал 51,4; сахар 2,9; клетчатка 5,9; пентозаны и пектиновые вещества 9; азотистые вещества 11; жир 3.

Для непосредственной переработки на спирт используют пшеницу, ячмень, рожь, овес, просо, кукурузу. В спиртовом производстве суммарное содержание в перерабатываемом сырье крахмала и сахаров называют *крахмалистостью*. С целью получения высокого выхода спирта стремятся использовать зерно с высокой крахмалистостью.

Картофель. Он принадлежит к семейству пасленовых и относится к группе клубнеплодов. Картофель хорошо перерабатывается на спирт, выход его высокий.

Химический состав клубней картофеля колеблется в широких пределах, так как зависит от сорта, климатических, почвенных и других условий. В картофеле содержится в среднем (в %): сухих веществ 25; воды 75; крахмала 20,45; сахаров 0,3; азотистых веществ около 2; клетчатки 1, минеральных веществ 1,1; жира 0,15.

Картофель, поступающий для переработки на спиртовые заводы, должен удовлетворять следующим требованиям:

внешний вид клубней — целые, сухие, без заболеваний, непроросшие, однородные или разнородные по окраске; форма любая; наличие мелких клубней (поперечный диаметр 20...30 мм) не более 5%;

крахмалистость (базисная) 13...16%;

засоренность — наличие земли, прилипшей к клубням, не более 1,5%; не допускается наличие соломы, ботвы, подмороженных, мороженых, запаренных, с признаками затхлости, раздавленных клубней.

Картофель, поступающий на спиртовые заводы, сортируют на полноценные клубни, закладываемые на хранение, и поврежденные, отправляемые на переработку.

До подачи на производство картофель хранят в буртах при температуре 2...8 °С. В процессе хранения картофель дышит. Длительное хранение картофеля (свыше 5...7 мес) нерентабельно, так как приводит к значительным потерям в нем сухих веществ, в том числе крахмала.

Меласса. Свекловичная меласса — отход сахарного производства. При переработке мелассы на спирт можно достигать более высокой производительности труда, снижения себестоимости и расхода топлива, чем при использовании других видов сырья.

Меласса представляет собой густую жидкость темно-коричневого цвета с острым запахом и неприятным вкусом, содержащую 15...24% воды, 76...85% сухих веществ, из них 46...51% сахарозы, 0,4...1,5% инвертного сахара.

Доброкачеством мелассы называют содержание сахара на 100 частей сухих веществ. Доброкачеством мелассы 56...62%,

pH 6...8. Состав несахаров мелассы (в %): рафиноза 0,6...1,4, общий азот 1,5...2, молочная кислота 4...6, уксусная, муравьиная кислоты по 0,2...0,5, зольные элементы 8,5.

Основная составная часть мелассы — сахароза, которая в условиях спиртового производства полностью сбраживается в спирт.

Инвертный сахар также полностью сбраживается, однако значительное содержание его (более 0,5%) свидетельствует об инфицированности мелассы.

Микрофлора мелассы очень богата и многообразна. Она представлена главным образом следующими бактериями: молочнокислыми, слизиобразующими *Leuconostoc* (лейконостоками), уксуснокислыми, *Vac. subtilis* (сенная палочка), *Vac. mesentericus* (картофельная палочка) и дрожжами родов *Saccharomyces*, *Torula*, *Candida*. В 1 г мелассы удовлетворительного качества содержится от 1000 до 10 000 микроорганизмов. Натуральная меласса вследствие высокого содержания сахарозы стойка при хранении и не бродит; микроорганизмы находятся в ней в неактивном состоянии. При разбавлении мелассы находящиеся в ней микроорганизмы развиваются и могут вызвать нарушение технологии.

Меласса для производства спирта должна иметь сухих веществ не менее 75%, pH не ниже 6,8, пеногасителей не более 0,5%, диоксида серы не более 0,05%, не должна содержать посторонних примесей, как твердых, так и летучих, не должна быть заражена бактериями рода Лейконосток.

Сахарная свекла. Она принадлежит к группе корнеплодов, семейству маревых. Это двулетнее засухоустойчивое растение. В первый год из семян вырастает корень и листья без цветов и семян. В следующем году из высаженных в почву корнеплодов вновь вырастают листья, стебли, цветы и семена.

Для производства сахара и спирта используют корнеплоды первого года развития. Корнеплод сахарной свеклы представляет собой мясистую, сильно уплотненную часть корневой системы. Масса корнеплодов в среднем 200...500 г, мякоть состоит из множества микроскопических клеток, выполняющих различную роль. Наружная защитная ткань корнеплода (перидерма) образована из плотных, непроницаемых для влаги клеток, обладающих естественным иммунитетом, основная (паренхимная) ткань корня — из клеток, в которых находится свекловичный сок, содержащий сахарозу и все растворимые в воде вещества.

Химический состав корнеплода сахарной свеклы зависит от сорта свеклы, условий ее выращивания и хранения. Корнеплоды сахарной свеклы в среднем содержат 75% воды и 25% сухих веществ, в том числе (в %): сахарозы 17,5; инвертного сахара 0,1; целлюлозы 1,2; гемицеллюлозы 1,1; пектиновых веществ 2,5; карбоновых кислот 0,5; азотистых веществ 1,2; сапонинов 0,1; минеральных веществ 0,6.

Количество сахарозы в корнеплоде сахарной свеклы колеблется от 12 до 25%. В 100 кг сахарной свеклы часть воды (примерно 3 кг) прочно удерживается коллоидами, а 12 кг является растворителем для 17,2 кг сахарозы и 2,8 кг нес сахаров сока. Из 100 кг свеклы получается 92 кг свекловичного сока.

10.1.2. ПОЛУФАБРИКАТЫ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Для осахаривания крахмала зерно-картофельного сырья применяют смесь ячменного, овсяного или просяного солодов. Часто используют вместе два вида солода: ячменный и овсяный или просяной. Ячменный солод можно заменить ржаным (или пшеничным) полностью или частично.

Солод и солодовое молоко. На спиртовых заводах солод получают по следующей схеме: очистка зерна, замачивание, проращивание, измельчение, смешивание с водой.

Очищают зерно на воздушно-ситовом сепараторе, магнитном сепараторе и триере. Очищенное зерно сортируют на фракции по размеру на сортировочной машине. Полученные фракции раздельно поступают на замачивание и проращивание. При замачивании зерно освобождается от примесей, дезинфицируется, а затем поглощает воду, необходимую для прораствания. Принято ячмень, овес, рожь замачивать при температуре 18...20 °С. Беспленчатые культуры (рожь, пшеница) поглощают влагу при замачивании в 1,5...2 раза быстрее, чем пленчатые. Крупные зерна одной и той же культуры поглощают влагу при замачивании медленнее, чем мелкие.

Зерно замачивают в таких же аппаратах, какие используют в производстве пивоваренного солода, применяют один из следующих способов: воздушно-водяной, оросительный, воздушно-оросительный или замачивают в непрерывном потоке воды и воздуха. Процесс замачивания ведут до влажности зерна 38...40%, по достижении которой зерно отправляют на проращивание.

Цель проращивания зерна — накопление достаточного количества активных ферментов амилолитического комплекса для обеспечения возможно более полного осахаривания крахмала. Поэтому спиртовой солод должен иметь активные α - и β -амилазы и декстриназу. Фермент α -амилаза расщепляет крахмал до декстринов. β -амилаза — до мальтозы и предельных декстринов, которые могут расщепляться до сахаров только декстриназой. В зерновых культурах различных видов при проращивании эти ферменты образуются в различных соотношениях, поэтому применяют смесь солодов из двух или трех культур, с тем чтобы солод содержал достаточное количество ферментов.

Проращивание зерна осуществляют на токовых или в пневматических солодовнях. Наиболее распространено проращивание солода

в пневматических солодовнях (в ящиках или барабанах). При проращивании солод перемешивают и аэрируют, температуру поддерживают в первые двое суток 19...20 °С, а к концу проращивания снижают до 13...14 °С. Длительность проращивания ячменя, овса и пшеницы 10...12 сут, ржи 7...8 сут. Конечная влажность ячменного и овсяного солода 44...45%, ржаного и пшеничного 40...41%.

Качество проращенного солода оценивают по амилолитической активности (АС), общей осахаривающей активности (ОСП) и декстринолитической активности (ДС). Амилолитическая активность солодов [в г/(г·ч)]: ячменного 3, овсяного 5...2, ржаного 7...3. Декстринолитическая активность солодов [в мг/(г·ч)]: ячменного 30...15, овсяного 45...30, ржаного 35...20. Общая осахаривающая способность солодов (в ед/г): ячменного 5...2,8, овсяного 2,5...1,5, ржаного 3,5...1,75.

Для лучшего растворения крахмала осахариваемой массы и полного извлечения амилолитических ферментов из солода его измельчают на дробилках. Дробленый солод смешивают с водой в соотношении 4...5 л воды на 1 кг солода. Полученная смесь называется солодовым молоком. Солодовое молоко дополнительно дезинфицируют 40%-ным раствором формалина из расчета 20...25 мл на 1 дал солодового молока, размешивают и выдерживают 25...30 мин.

Ферментные препараты. Для осахаривания крахмала в спиртовом производстве кроме солода используют ферментные препараты микробного происхождения, которые готовят из жидкой культуры плесневых грибов, концентрированных и сухих препаратов.

При использовании жидкой культуры плесневых грибов, полученных глубинным способом, при тщательном перемешивании вводят 40%-ный раствор формалина из расчета 2 л на 1 м³ культуральной жидкости и перекачивают ее в расходный сборник, откуда она поступает через дозатор в осахариватель.

Если применяют концентрированные препараты плесневых грибов — сиропы, порошки, то готовят раствор с соотношением препарат — вода соответственно 1:5 и 1:10, который затем дозируется в осахариватель.

В случае использования сухих препаратов поверхностных культур плесневых грибов взвешенную культуру или смесь культур смачивают водой в соотношении 1:1, измельчают на солододробилке и размешивают с теплой водой (28...30 °С) из расчета 3...4 л на 1 кг культуры. К полученной суспензии для антисептирования прибавляют 20...25 мл 40%-ного формалина на 1 дал суспензии. Полученную смесь тщательно перемешивают в течение 15...20 мин, затем выдерживают 25...30 мин и перекачивают в расходный сборник, откуда она поступает в осахариватель.

При замене солода ферментными препаратами микробного происхождения в производстве спирта снижается расход высококачественного зерна на получение солода и повышается выход спирта.

10.1.3. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА ИЗ КРАХМАЛИСТОГО СЫРЬЯ

Переработка крахмалсодержащего сырья в спирт происходит в несколько стадий: подготовка сырья, разваривание и осахаривание его, сбраживание сусла, извлечение спирта из бражки и его очистка (рис. 10.1). На некоторых заводах одновременно осуществляют и вспомогательные операции: получение осахаривающих материалов и культивирование дрожжей.

Чтобы дрожжи могли использовать крахмал, сырье необходимо предварительно освободить от оболочек, подвергнуть тепловой обработке и гидролизу. Конечная цель такой обработки — превращение крахмала в сахара, легко усваиваемые дрожжами.

Подготовка сырья к переработке. На современных спиртовых заводах эту операцию проводят в аппаратах непрерывного действия.

Картофель моют в машинах, аналогичных тем, которые применяют на свеклосахарных заводах, и освобождают от земли, соломы, ботвы и камней. Затем его измельчают на картофелетерочных машинах, чтобы «разорвать» клетки клубня и освободить зерна крахмала. Картофелетерочная машина представляет собой вращающийся барабан с поверхностью, состоящей из уложенных между прокладками пиловидных зубьев. Барабан закрыт кожухом с загрузочной воронкой. Клубни прижимаются к барабану прижимной колодкой и растираются.

Зерно злаков после очистки от примесей дробят на молотковых или вальцовых дробилках.

Измельченное сырье направляют в смеситель для смешивания с водой. На 1 кг зерна добавляют 2,5...3,5 л воды, на 1 кг картофеля — 0,2...0,5 л воды. Полученную массу после перемешивания подогревают и подают в аппарат для разваривания.

Разваривание сырья. При механическом измельчении сырья вскрывается только часть клеток. Окончательное разрушение клеточной структуры и растворение крахмала достигаются при разваривании сырья насыщенным водяным паром при температуре 135...155 °С. В процессе разваривания происходят и другие сложные структурно-механические и химические изменения, необходимые для дальнейшей ферментативной обработки массы.

На современных спиртовых заводах применяют несколько схем непрерывного разваривания сырья. Эти схемы различаются конструкцией варочного аппарата и режимом разваривания. Во всех схемах предусмотрена установка паросепаратора для отделения пара от разваренного сырья. После разваривания масса, подготовленная для осахаривания, направляется в следующее отделение.

Осахаривание. Это ферментативный процесс, который происходит с участием амилолитических ферментов солода или плесневых грибов.

На спиртовых заводах, перерабатывающих крахмалсодержащее сырье, солод производят в специальных цехах завода — солодовнях. Здесь пророщенное зерно ячменя или других злаков дробят и разбавляют водой, получают солодовое молоко, которое подают в разваренную и охлажденную массу замеса.

Плесневые грибы культивируют на специальных предприятиях либо в отдельных цехах спиртовых заводов. Их выращивают на пшеничных отрубях, отходах спиртовых заводов (барде) и картофельной мезге. Плесневые грибы обладают разнообразным комплексом ферментов, гидролизующих в первую очередь крахмал, а также некрахмальные полисахариды.

Осахаривание крахмалсодержащего сырья осуществляют непрерывным способом. В процессе осахаривания около 67% крахмала превращается в сахар (мальтозу) и 33% — в продукты распада крахмала (декстрины).

Процесс осахаривания состоит из последовательных операций: охлаждение разваренной массы до необходимой температуры, смешивание охлажденной массы с солодовым молоком или с культурой плесневых грибов, осахаривание крахмала, охлаждение осахаренной массы до начальной температуры брожения, передача полученной массы (сусла) в бродильное отделение.

• **Сбраживание сусла.** При сбраживании сусла сахар диффундирует в дрожжевую клетку. В результате сложных ферментативных процессов в клетке вырабатываются спирт и диоксид углерода которые выводятся в окружающую среду. Кроме спирта и диоксида углерода в результате жизнедеятельности дрожжей образуются глицерин, уксусный альдегид, органические кислоты. Побочными продуктами брожения являются высшие спирты (сивушное масло).

Для сбраживания осахаренной массы при переработке крахмалистого сырья применяют дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* расы XII, 11, M. Наибольшее распространение получила раса XII.

На спиртовых заводах выращивают так называемые засевные дрожжи, необходимые для сбраживания в начальном периоде брожения. Засевные дрожжи размножают периодическим или полупрерывным способом. В начале производственного сезона дрожжи размножают из чистой культуры по схеме: пробирка → колба 500 мл → бутылка 5 л → маточник-дрожжанка. При установившемся режиме работы используют метод естественной чистой культуры. Питательной средой в этом случае является подкисленное сусло. Этот метод заключается в том, что создаются условия, при которых дрожжи хорошо размножаются, а посторонние микроорганизмы, в частности бактерии, почти не развиваются.

Дрожжи размножают по методу естественной чистой культуры по схеме: чистая культура дрожжей → засевные дрожжи → производственные дрожжи.

Для подавления жизнедеятельности посторонних микроорганиз-

мов в сусло спиртового производства добавляют серную кислоту. В подкисленное сусло вносят определенное количество зрелых засевных дрожжей и оставляют на размножение для получения производственных дрожжей.

Сбраживание зерно-картофельного сусла можно разделить на три периода: взбраживание, главное брожение и дображивание.

При взбраживании сусла происходит интенсивный рост дрожжей и уменьшение содержания сухих веществ в бродящем сусле на 3...5% от первоначального.

Главное брожение сусла — интенсивное сбраживание сахаров и уменьшение содержания сухих веществ на 10...12%.

Дображивание сусла — резкое замедление сбраживания сахаров в бродящем сусле.

Сбраживание производят периодическим либо непрерывным способом. Технологическая схема непрерывно-поточного сбраживания сусла представлена на рис. 10.2.

Дрожжи подготавливают в двух небольших баках (дрожжанках) 1, откуда они поступают в большой бак 2 (взбраживатель), где размножаются. Эти баки оборудованы змеевиками, через которые циркулирует вода для охлаждения бродящего сусла. Дрожжи из взбраживателя самотеком поступают в головной бродительный аппарат. Когда он заполняется сусликом, бродящая среда перетекает в следующий аппарат. Батарея состоит из 10 аппаратов. Длительность брожения при температуре 26...30 °С — около 60 ч. В зрелой бражке,

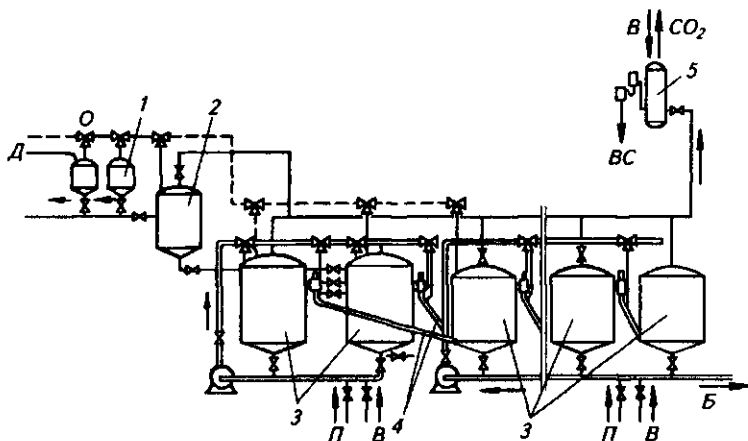


Рис. 10.2. Аппаратурно-технологическая схема непрерывно-поточного сбраживания осажаренной массы:

1 — дрожжанка; 2 — взбраживатель; 3 — бродительные аппараты; 4 — переточные трубы; 5 — спирголовушка; Б — зрелая бражка; В — вода; ВС — водно-спиртовой раствор; Д — дрожжи; О — осажаренная масса; П — пар

отводимой из батареи, содержание спирта составляет 8...10% об. Кроме того, в ней остается некоторос количество нерастворимого крахмала и несброженных сахаров. Бражка направляется в ректификационное отделение завода для извлечения спирта.

Выделяющийся при брожении диоксид углерода поступает в спиртоловушку 5, где спирт улавливается водой, а очищенный диоксид углерода передается в углекислотный цех для сжижения. Все аппараты батареи соединены трубами, по которым перетекает сброженное сусло, подаются вода и пар для стерилизации.

Извлечение спирта. Состав зрелой бражки, полученной при сбраживании сусла, сложен. В самом общем виде его можно разделить на две части: компоненты летучие и нелетучие. Летучими компонентами являются этиловый спирт, вода, органические кислоты, эфиры, альдегиды, высшие спирты — всего более 50 веществ. К нелетучим компонентам относятся дрожжи, соли, несброженные углеводы, глицерин и пр. Задача заключается в том, чтобы выделить из этой сложной смеси летучие компоненты и получить этиловый спирт высокой крепости и чистоты. Примеси спирта при этом также отбираются и делятся на фракции. Отходом спиртового производства является барда — ценный корм для животных.

Извлечение спирта основано на разной летучести спирта и его примесей. Летучесть примесей зависит от концентрации в среде этанола. Для оценки летучести примесей по отношению к летучести этанола используют понятие коэффициентов испарения и ректификации. Если обозначить содержание (массовую долю) этанола в парах A , а в жидкости — Q , то коэффициент испарения спирта

$$k_{\text{сп}} = A/Q.$$

Для коэффициента испарения примесей примем содержание их в паре и жидкости соответственно α и β . В этом случае

$$k_{\text{пр}} = \alpha/\beta.$$

Например, при массовой доле этанола в жидкости, равной 10%, в парах массовая доля спирта составляет 52,5%. Следовательно, $k_{\text{сп}} = 52,2/10 = 5,22$.

Коэффициентом ректификации k' называется отношение коэффициента испарения примеси к коэффициенту испарения этанола:

$$k' = k_{\text{пр}}/k_{\text{сп}} = (\alpha/\beta)/(A/Q) = (\alpha Q)/(\beta A).$$

Коэффициент ректификации показывает увеличение или уменьшение содержания примеси по отношению к этиловому спирту. Примеси спирта подразделяют на три группы: головные, промежуточные и хвостовые. Головные примеси имеют коэффициент ректификации больше 1 (уксусный и масляный альдегиды, уксусно-этиловый эфир). Они концентрируются в парах при любом содержании спирта в жидкой фазе. У хвостовых примесей летучесть всегда меньше летучести этанола и $k' < 1$ (вода, уксусная кислота). Промежуточные примеси имеют двойкие свойства. При высокой

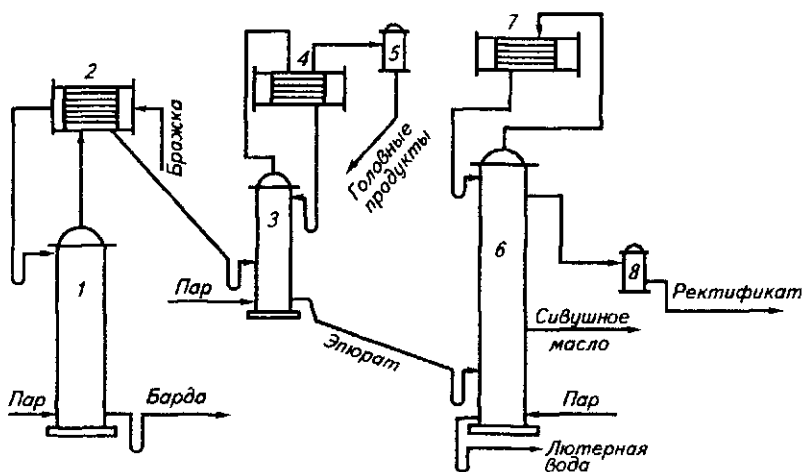


Рис. 10.3. Схема трехколонного брагоректификационного аппарата:

1 — бражная колонна; 2 — конденсатор; 3 — элюрационная колонна; 4, 7 — дефлегматоры; 5 — конденсатор; 6 — ректификационная колонна; 8 — холодильник

крепости спирта они являются хвостовыми ($k' < 1$), при низких — головными ($k' > 1$).

Ректификационные установки спиртовых заводов — это сложные системы, включающие колонны, теплообменную аппаратуру (дефлегматоры, холодильники, кипятильники), контрольно-измерительные приборы и автоматические средства управления. Основным оборудованием является колонна — противоточный аппарат, в котором установлены тарелки (контактные устройства). В тарелках пар, поступающий снизу, и жидкость, стекающая по стенкам сверху вниз, вступают в контакт, в процессе которого происходит взаимный обмен компонентами.

Одна из наиболее распространенных технологических схем ректификации показана на рис. 10.3. Брагоректификационная установка состоит из трех колонн: бражной 1, элюрационной 3, ректификационной 6. Бражка из бродильного отделения насосом перекачивается в конденсатор 2, откуда в подогретом виде поступает в колонну 1, в которую снизу подается греющий пар. Пар поднимается навстречу стекающей по тарелкам бражке и извлекает из нее летучие компоненты. Спиртоводные пары конденсируются в конденсаторе 2, отдавая теплоту бражке.

Спиртовой конденсат, содержащий все летучие элементы бражки, поступает в элюрационную колонну 3, в которой из него извлекаются головные примеси. Они частично конденсируются в дефлегматоре 4 и возвращаются в колонну 3. Другая часть паров конденсируется в конденсаторе 5 и отбирается как фракция головных продук-

тов. Освобожденная от головных продуктов жидкость (эспонат) подается в ректификационную колонну 6, где разделяется на спирт-ректификат, отбираемый с верхних тарелок колонны и охлаждаемый в холодильнике 8, и сивушное масло, содержащее примеси и лютерную воду. Последняя состоит в основном из воды и некоторого количества спирта.

В установке получают спирт-ректификат (содержание спирта 96,2...96,5% об.), сивушное масло (хвостовые примеси) и головные примеси. Отходами являются барда и лютерная вода.

Управление брагоректификационными установками в основном автоматизировано.

10.1.4. ПРИНЦИПАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА ИЗ МЕЛАССЫ

Технологическая схема производства спирта из мелассы значительно проще, чем из крахмалистого сырья, так как в мелассе содержатся готовые сахара, которые можно непосредственно сбраживать дрожжами. Благодаря этому из технологической схемы исключаются процессы разваривания и осахаривания, необходимые для подготовки крахмалистого сырья к сбраживанию. Мелассная барда содержит ценные вещества, используемые для получения дрожжей, бетаина, удобрений и других продуктов.

Одна из возможных схем переработки мелассы на спирты показана на рис. 10.4. Поскольку основное отличие ее от схемы переработки крахмалистого сырья заключается в подготовительной стадии, то рассмотрим только эту часть схемы.

При подготовке к сбраживанию мелассу обеззараживают и обогащают питательными веществами, гомогенизируют, обрабатывают антисептиками, разбавляют водой, а затем осветляют. Цель антисептирования мелассы — создание благоприятных условий для развития дрожжей и подавление посторонних микроорганизмов. Мелассу нагревают до температуры стерилизации, выдерживают при этой температуре, охлаждают и подкисляют серной или соляной кислотой. Применяют также специальные антисептики.

Поскольку в мелассе недостаточно азота и фосфора для жизнедеятельности дрожжей, то в нее вводят питательные соли, содержащие эти вещества.

Обработанную мелассу помещают в сборник, где ее перемешивают и хранят 8...10 ч, а затем разбавляют водой до концентрации, при которой она может быть сброжена дрожжами. Для удаления взвешенных частиц мелассу пропускают через осадительные центрифуги (сепараторы), а затем направляют в бродительное отделение. В процессе сбраживания мелассного сусле непрерывным способом сахароза гидролизруется, превращаясь в глюкозу и фруктозу, которые и сбраживаются в спирт.



Рис. 10.4. Принципиальная технологическая схема производства спирта из мелассы

10.1.5. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

На спиртовых заводах из крахмалистого сырья и мелассы вырабатывают спирт-сырец, спирт этиловый ректифицированный I сорта, спирт высшей очистки, спирт экстра и спирт люкс (табл. 10.1).

10.1. Физико-химические показатели этилового ректифицированного спирта и спирта-сырца

Показатель	Люкс	Экстра	Высшей очистки	I сорта	Сырец	
					из крахмалистого сырья	из мелассы
Объемная доля этилового спирта (крепость), %, не менее	96,3	96,5	96,2	96,0	88,0	88,0
Проба на чистоту с серной кислотой	Выдерживает				—	—
Массовая концентрация, мг/л, не более:						
альдегидов в пересчете на уксусный в безводном спирте	2	2	4	10	300	500
сивушного масла в пересчете на смесь изоамилового и изобутилового спиртов (3:1) в безводном спирте	2	3	4	15	5000	5000
эфиров в пересчете на уксусно-этиловый в безводном спирте	18	25	30	50	500	700
свободных кислот (без CO ₂) в безводном спирте	8	12	15	20	—	—
Проба на окисляемость при 20 °С, мин, не менее	22	20	15	10	—	—
Объемная доля метилового спирта в пересчете на безводный спирт, %, не более	0,03	0,03	0,05	0,05	0,13	—
Содержание фурфурола	Не допускается					

По органолептическим показателям спирт должен быть бесцветным, прозрачным, без посторонних включений. Вкус и запах характерные для каждого вида этилового спирта, выработанного из соответствующего сырья, без привкуса и запаха посторонних веществ.

10.2. ПРОИЗВОДСТВО ВОДКИ И ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

10.2.1. СЫРЬЕ И ПОЛУФАБРИКАТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДКИ И ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Этиловый спирт. В ликероводочном производстве применяют ректифицированный этиловый спирт, выработанный только из растительного пищевого сырья: зерна, картофеля, сахарной свеклы и мелассы.

Вода. Главной составной частью водок и ликероводочных изделий является вода. От ее состава зависят органолептические показатели напитков и их стойкость при хранении.

Для производства водки и ликероводочных изделий применяют воду, удовлетворяющую требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

Важное значение для качества спиртных напитков имеет жесткость воды. Вода с общей жесткостью до $1,61 \text{ мг-экв/дм}^3$ и карбонатной не выше $0,36 \text{ мг-экв/дм}^3$ может быть использована в производстве. Допускается содержание железа в воде до $0,15 \text{ мг/дм}^3$; окисляемость не выше $5 \text{ мг } \text{O}_2/\text{дм}^3$; содержание аммиака и нитритов — следы; щелочность не выше 6 мг-экв/дм^3 .

Для исправления состава воды применяют следующие способы ее обработки: осветление, умягчение и деминерализацию.

Для удаления взвешанных частиц воду осветляют путем отстаивания, коагуляции и фильтрования. Умягчение воды проводят содово-известковым методом, натрий-катионированием, водород-натрий-катионированием.

Цель деминерализации воды — удалить вначале катионы, а затем анионы минеральных солей. При деминерализации ионообменным методом вода проходит через Н-катионитовый фильтр, а затем через ОН-анионитовый фильтр. Этим методом можно понижать содержание солей до $0,1 \text{ мг/дм}^3$ и регулировать щелочность воды.

Способ удаления ионов солей из воды под действием давления (превышающего осмотическое) с помощью полупроницаемых мембран находит распространение на ликероводочных заводах. В результате очистки на обратноосмотической установке получают воду заданного качества.

Гидрокарбонат натрия и уксусная кислота. Характеристика гидрокарбоната натрия (NaHCO_3) приведена ранее (см. раздел 2.3). Эту соль применяют при получении водок.

Пищевую уксусную кислоту используют при получении отдельных сортов водок. Кислота представляет собой прозрачную бесцветную жидкость без механических примесей. Концентрация уксусной кислоты должна быть в пределах 70...98% мас.

Сахар. В ликероводочном производстве используют сахар-песок и сахар-рафинад, характеристики которых приведены ранее (см. раздел 2.3).

Глицерин. В водочном производстве применяют глицерин высшего и I сортов. Он представляет собой бесцветную прозрачную жидкость. Содержание чистого глицерина не менее 94%, золы не более 0,02%.

Сухое обезжиренное молоко. Сухое молоко представляет собой мелкораспыленный порошок белого или слегка кремового цвета влажностью не более 7%. Сухое обезжиренное молоко необходимо при изготовлении водки Посольской.

Перманганат калия. При выработке водки Русской используют перманганат калия, имеющий темно-фиолетовые кристаллы с блеском, хорошо растворимые в воде. Содержание $KMnO_4$ не менее 99%.

Растительное сырье. Вкус и аромат ликероводочных изделий определяются главным образом органолептическими свойствами растительного сырья, применяемого для их приготовления. В ликероводочном производстве используют более 100 видов растительного сырья, что позволяет выпускать широкий ассортимент изделий.

По внешним морфологическим признакам растительное сырье для производства ликероводочных изделий разделяют на семь групп, некоторые из них делят на подгруппы.

Группы	Подгруппы
Сочные плоды	Ягоды, косточковые, семечковые, цитрусовые
Сухие плоды	Односемянные, многосемянные
Травы	Ароматические, неароматические
Корни и корневища	Ароматические, неароматические
Древесная кора	Ароматическая, неароматическая
Цветы	—
Почки цветочные	—

Отдельные виды сырья, используемого в ликероводочном производстве, представлены ниже.

Группа или подгруппа	Сырье
Ягоды	Брусника, голубика, ежевика, клюква, малина, смородина, клубника
Плоды:	
косточковые	Абрикос, алыча, вишня, кизил, слива
семечковые	Айва, рябина, яблоки
цитрусовые	Померанцы, апельсины, мандарины, лимоны
сухие односемянные	Дубовый желудь, кофе, перец черный
сухие многосемянные	Ваниль, кардамон, перец стручковый красный
Травы:	
ароматические	Донник, душица, зверобой, зубровка, иссоп, майоран, мялисса, мята перечная, мята курдювая, полынь, тимьян и др.
неароматические	Буковица, кардобенедикт, трифоль и др.
Корни и корневища:	
ароматические	Аир болотный, валериана, дягиль, имбирь, калган и др.
неароматические	Солодковый корень, горечавка желтая, горец змеиный и др.
Древесная кора:	
ароматическая	Корица цейлонская, корица китайская
неароматическая	Хинная кора, дубовая кора
Цветы	Липовый цвет, майоран, арника горная
Почки цветочные	Гвоздика, почки черной смородины

К растительному сырью, перерабатываемому непосредственно на ликероводочных заводах, относятся травы, корни, листья, почки, цветы, семена, плоды citrusовых; из сушеных плодов — чернослив, абрикосы (курага), рябина и вишня; из свежих плодов — рябина; из свежих ягод — клюква.

По характеру веществ, ценных для ликероводочного производства, растительное сырье делят на три большие группы: плодово-ягодное, эфиромасличное, неароматическое сырье.

Химический состав растительного сырья весьма сложен, разнообразен и зависит от почвенно-климатических условий, режима хранения и других факторов.

К *плодово-ягодному сырью* относят плоды и ягоды с большим содержанием экстрактивных веществ, обуславливающие вкусовые и ароматические особенности изделий, а также все сочные плоды за исключением citrusовых.

В ликероводочном производстве применяют свежес и сушеное плодово-ягодное сырье.

Свежие плоды и ягоды состоят в основном из воды (80...90%), остальная часть — это сухие вещества. Различают растворимые и нерастворимые сухие вещества. К нерастворимым сухим веществам относятся крахмал, целлюлоза, пектин, азотистые и минеральные вещества. Растворимые, или экстрактивные, вещества в основном находятся в клеточном соке и протоплазме, составляющих главную массу плодов — мякоть. Экстрактивные вещества содержат простейшие сахара и органические кислоты, дубильные вещества, красители, эфирные масла и другие ценные вещества.

К *эфиромасличному сырью* относятся травы, корни, цветы, citrusовые плоды, в состав которых входят эфирные масла, придающие особый аромат изделиям, к *неароматическому сырью* — травы, корневища, кора, желуди, содержащие дубильные, горькие и красящие вещества, формирующие вкус изделий.

Стандартность и качество сырья при поступлении определяют по внешнему виду, влажности, сорности, а эфиромасличного — также и по содержанию эфирных масел.

Мед. В ликероводочном производстве для приготовления некоторых изделий используют мед.

Содержание влаги в меде стандартного качества не должно превышать 22%. Повышенное, более 22%, содержание влаги указывает на незрелость меда или на фальсификацию (прибавление воды). Основная часть сухих веществ меда (65...80%) — углеводы, преимущественно глюкоза и фруктоза. Мед добавляют в купажи изделия после предварительного растворения в воде.

Эфирные масла. В состав некоторых изделий (например, в ликеры Мятный, Розовый, Ароматный и пр.) входят эфирные масла — натуральные летучие ароматические вещества, способные перегоняться с водяными парами или парами этилового спирта. Они

представляют собой летучие маслянистые на ощупь жидкости, обладающие приятным запахом. Эфирными их называют потому, что, испаряясь подобно серному эфиру, они не оставляют на бумаге жирного пятна.

Свежеприготовленные эфирные масла прозрачны, слабо окрашены, подвижны. Однако под действием света, воздуха и влаги они быстро окисляются; при этом вследствие осмоления терпенов, являющихся составной частью эфирных масел, они густеют, темнеют и одновременно теряют ценные ароматические и вкусовые вещества. Испортившееся эфирное масло оставляет невысыхающее пятно на бумаге.

Плотность большинства эфирных масел меньше единицы. Эфирные масла плохо растворяются в воде, хорошо растворяются в этиловом спирте (в любых соотношениях), и поэтому перед введением в купаж их растворяют в спирте.

Синтетические душистые вещества. Действующими рецептурами на ликероводочные изделия допускается применение синтетических душистых веществ: пищевых эссенций и ванилина. Характеристика этих веществ приведена ранее в разделе 2.3.

Портвейн и коньяк. В состав некоторых изделий для придания им характерного аромата и специфического вкуса добавляют портвейн и коньяки. Так, в купаж ликера Бенедиктин, настоек Петровская, Рябина на коньяке и некоторых пуншей вносят коньяк, в купаж ликера Новогодний, настойки Охотничья — портвейн, а в горькую настойку Старка — коньяк и портвейн.

Портвейн представляет собой продукт, получаемый путем спиртового брожения сока или мезги свежего или завяленного винограда с доведением до кондиции ректификованным этиловым спиртом.

Коньяк получают путем перегонки виноградного спирта с последующей длительной выдержкой этого спирта в дубовых бочках или эмалированных емкостях с дубовой клепкой на дне.

Красители. В ликероводочном производстве для подкраски изделий применяют естественные или синтетические пищевые красители. Характеристики этих красителей приведены ранее в разделе 2.3.

10.2.2. ПРОИЗВОДСТВО ВОДКИ

Водкой называют спиртной напиток, полученный путем обработки водно-спиртовой смеси активным углем с последующим фильтрованием.

В настоящее время на ликероводочных заводах вырабатывают четыре вида водок: водки массового производства, сортовые водки, особые водки, водки повышенного качества.

Водки массового производства готовят на этиловом ректификованном спирте высшей очистки, сортовые водки (Московская осо-

бая, Столичная, Пшеничная, Посольская, Сибирская) — на спирте экстра, водки повышенного качества (Золотое кольцо, Привет) — на спирте люкс. Особые водки (Кристалл, Украинская горилка, Новая) имеют подчеркнуто специфический аромат и мягкий вкус.

При использовании спирта люкс и экстра получают готовый продукт с наименьшим количеством примесей.

10.2.2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ВОДКИ

Производство водки включает следующие этапы: приемка этилового спирта; подготовка воды; приготовление водно-спиртовой смеси (сортировки); предварительное фильтрование, последующая обработка водно-спиртовой смеси активным углем и окончательное фильтрование; контроль качества и доведение водки до стандартной крепости, розлив водки в бутылки (рис. 10.5).

В соответствии со схемой технологического процесса на ликероводочном заводе водки готовят в очистном (водочном) цехе. Спирт поступает в очистной цех из спиртоприемного цеха, а умягченная вода — с водоочистительной станции.

Смесь подготовленной воды и ректификованного спирта требуемой крепости готовят в специальном отделении очистного цеха, называемом сортировочным. Приготовленный водно-спиртовой раствор (сортировку) предварительно фильтруют для удаления взвешенных веществ, затем обрабатывают активным углем для сообщения свойственных водке вкуса и аромата. Для освобождения водки от частичек угольной пыли и придания ей безукоризненной прозрачности и кристального блеска обработанную активным углем водно-спиртовую смесь фильтруют через кварцевый песок.

В случае, если после фильтрования крепость полученной водки будет отличаться от требуемой, производят корректировку путем добавления в водку необходимого количества ректификованного спирта или умягченной воды. Приготовленную водку направляют на контрольное фильтрование и далее на розлив в предварительно отсортированную, очищенную и вымытую стеклянную посуду, без щербин, посторонних включений, рассортированную по емкости и форме.

В моечно-разливочном цехе розлив водок в бутылки и их оформление производятся на автоматических поточных линиях в определенной последовательности: розлив водки в бутылки; укупорка бутылок с водкой; бракераж укупоренных бутылок путем просмотра их содержимого перед световым экраном; наклейка этикеток на бутылки; укладка готовой продукции в ящики.

В процессе бракеража водка, разлитая в плохо вымытые или поврежденные бутылки, а также водка, в которой обнаружены включения, отбраковывается и сливается в особый сборник. Отсюда водка в виде так называемого исправимого брака возвра-

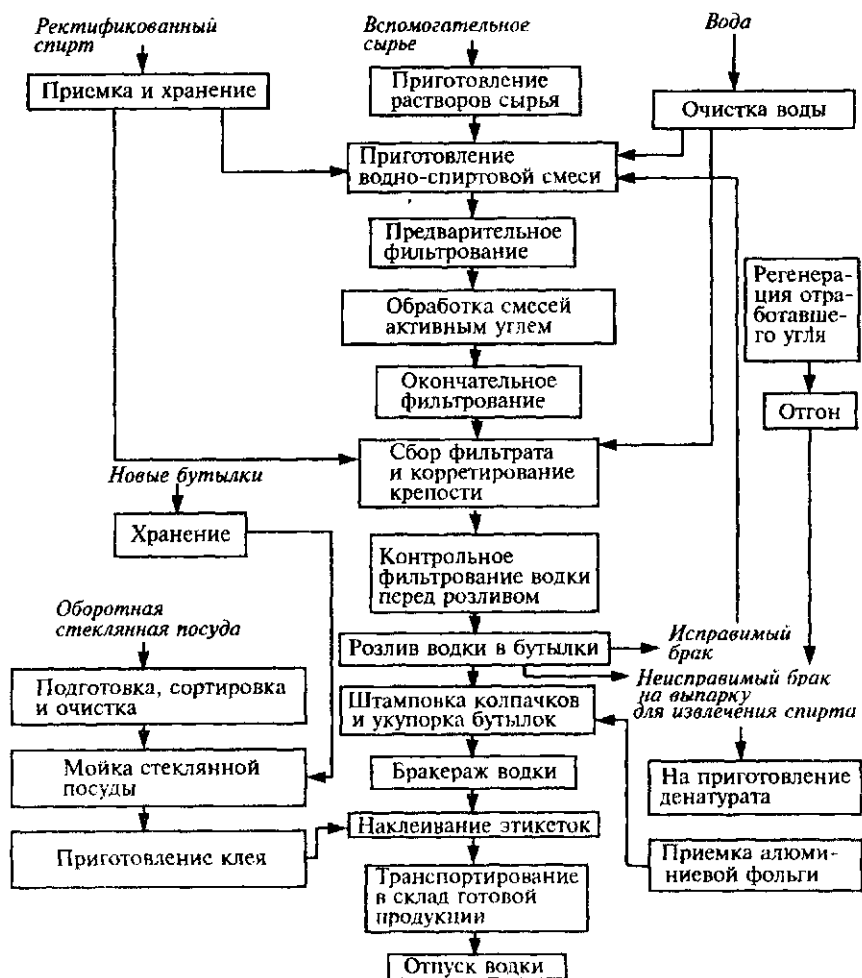


Рис. 10.5. Принципиальная технологическая схема производства водки

щается в очистной цех для переработки и приготовления очередной партии водно-спиртового раствора. К исправимому браку относят также первые мутные порции фильтрата из песочных фильтров и угольных колонок после их зарядки, а также водку, сливаемую из угольных колонок при их отключении для регенерации отработавшего активного угля.

Пролитую при розливе на линии водку собирают в отдельный сборник, откуда загрязненный брак после перегонки используют для приготовления спирта-денатурата.

На ликероводочных заводах готовят водно-спиртовые растворы периодическим и непрерывным способами.

При периодическом способе водно-спиртовой раствор готовят в специальном закрытом стальном баке, оборудованном механической мешалкой. Этот бак называется сортировочным.

В бак задают рассчитанное количество спирта, соответственно требуемой крепости сортировки, а затем рассчитанное количество умягченной воды. При смешении спирта с водой выделяется теплота, а объем смеси уменьшается (явление контракции), что свидетельствует о взаимодействии молекул воды и спирта.

После налива в бак воды пускают в ход мешалку и перемешивают раствор до тех пор, пока отобранная проба приготовленной смеси не будет иметь однородную крепость. Затем в смесь добавляют вещества, предусмотренные рецептурой для данного вида водки, и тщательно перемешивают. После этого проверяют крепость сортировки и в случае отклонения ее от заданной добавляют спирт и воду и снова перемешивают. Полученную сортировку перекачивают насосом в напорный бак и без отстаивания направляют на фильтрование.

На некоторых ликероводочных заводах вместо периодического применяют непрерывный способ приготовления сортировки, используя проточный многоступенчатый смеситель (рис. 10.6).

Смеситель выполнен в виде двух установленных одна на другую емкостей. Нижняя емкость представляет собой кольцеобразный коллектор 2 и предназначена для предварительного смешивания спирта и воды, поступающих по патрубкам 1 и 3. Верхняя емкость 4, служащая для окончательного перемешивания, выполнена в виде

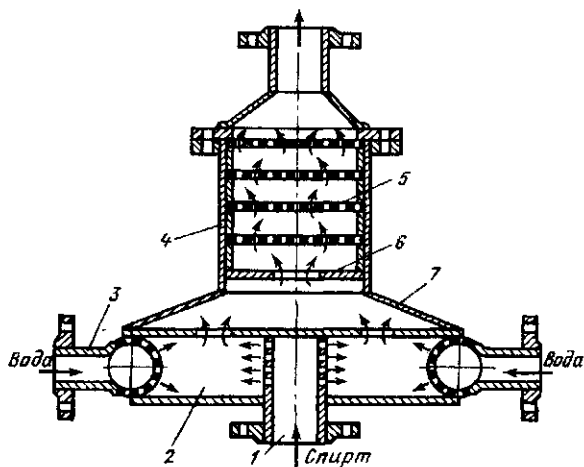


Рис. 10.6. Проточный многоступенчатый смеситель

цилиндра, снабженного диафрагмой 6, а также многоярусными сетками 5. Кольцеобразный коллектор и цилиндрическая емкость смесителя соединены между собой дополнительной конической емкостью 7. Вода и спирт, поступающие одновременно в смеситель, пройдя систему сеток и диафрагм, перемешиваются, получается смесь с высокой степенью однородности. Скорость подачи спирта и умягченной воды контролируют расходомерами, концентрацию спирта — проточным плотномером.

10.2.2.2. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДКИ

По органолептическим показателям водка должна удовлетворять следующим требованиям:

внешний вид — прозрачная жидкость, без посторонних частиц и осадков;

цвет — бесцветная жидкость;

вкус и запах — характерные для водки, без посторонних привкуса и запаха.

Физико-химические показатели водки должны удовлетворять требованиям стандарта (табл. 10.2).

10.2. Физико-химические показатели водок

Показатели	Норма для водок из спирта			Норма для водок особых из спирта		
	высшей очистки	экстра (за исключением Посольской)	экстра для Посольской	высшей очистки	экстра	
Крепость, %	40...45 50,56	38...45 50,56	40	40	40...45 40	
Щелочность (объем соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм ³ , израсходованной на титрование 100 см ³ водки), см ³ , не более	3,5	3,0	3,5	3,0	3,5	3,
Массовая концентрация, мг, не более:						
альдегидов в пересчете на уксусный альдегид в 1 дм ³ безводного спирта	8	3	6	3	8	3
сивушного масла в пересчете на смесь изоамилового и изобутилового спиртов (3:1) в 1 л безводного спирта	4	3	4	2	4	3
эфиров в пересчете на уксусно-этиловый эфир в 1 дм ³ безводного спирта	30	25	25	18	30	25
Объемная доля метилового спирта в пересчете на безводный спирт, %, не более	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,

10.2.3. ПРОИЗВОДСТВО ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ликероводочными изделиями называют спиртные напитки крепостью 12...60%, приготовляемые смешением полуфабрикатов с ректифицированным спиртом.

10.2.3.1. АССОРТИМЕНТ ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Выпускают около 290 наименований различных ликероводочных изделий, которые в зависимости от содержания спирта, сахара и состава сырья разделяют на следующие группы: ликеры — крепкие и десертные; кремы, наливки, пунши, настойки — сладкие, полусладкие, полусладкие слабоградусные, горькие, горькие слабоградусные; бальзамы, напитки десертные, аперитивы, коктейли. В группу горьких настоек входят также джины, ром, виски.

Основной характеристикой для ликероводочных изделий является содержание в них спирта и сахара (табл. 10.3).

10.3. Содержание спирта и сахара в ликероводочных изделиях

Изделия	Спирт, % об.	Сахар, г / 100 мл
Ликеры:		
крепкие	35...45	25...50
десертные	25...30	30...50
Кремы	20...23	50...60
Наливки	18...20	25...40
Пунши	15...20	30...40
Настойки:		
сладкие	16...26	8...30
полусладкие	30...40	9...10
полусладкие слабоградусные	20...28	4...10
горькие	30...60	—
горькие слабоградусные	25...28	—
Напитки десертные	12...16	14...30
Аперитивы	15...35	4...18
Бальзамы	40...45	—
Коктейли	20...40	0...24

10.2.3.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Производство ликероводочных изделий состоит из следующих операций: обработка растительного сырья с целью получения из него необходимых для производства полуфабрикатов; составление купажа изделия, заключающееся в смешивании требуемых для этого сырья, полуфабрикатов (воды, спирта, кислоты, красителей) и других компонентов, предусмотренных рецептурой для каждого вида изделия; отстаивание и фильтрование купажа; розлив и оформление продукции.



Рис. 10.7. Принципиальная технологическая схема производства ликероводочных изделий

Последовательность выполнения производственных операций по приготовлению ликероводочных изделий представлена на рис. 10.7.

Операции технологического процесса выполняются в следующей последовательности.

Поступающее на завод плодово-ягодное сырье после взвешивания транспортируют на тележках к сортировочному столу. Отсортированное сырье ссыпают в бункер, откуда направляют для измельчения в дробилку. Измельченное сырье далее направляют к настольным емкостям. После настаивания готовый спиртованный морс перекачивают в емкости для хранения, а затем в напорные предкупажные мерники, откуда морсы периодически подают в купажные чаны для приготовления изделий.

Отработанное сушеное плодово-ягодное сырье после слива морса из настольных чанов подают в корзину выжимного пресса. Отжатый морс перекачивают в сборник, где хранятся ранее слитые из настольного бака морсы 1-го и 2-го сливов, а выжимки направляют в перегонный аппарат для извлечения оставшегося в них спирта.

Привозные спиртованные соки и морсы, поступающие на завод в дубовых бочках, взвешивают на весах, а затем через воронку по трубопроводу сливают в приемные баки или цистерны. Из них по мере надобности соки и морсы перекачивают в предкупажные мерники.

В тех случаях, когда соки или морсы начинают мутнеть, их предварительно осветляют путем фильтрования на фильтр-прессе, после

чего фильтрат направляют в сборники для хранения соков или морсов. Эфиромасличное сырье, поступающее для приготовления спиртованных настоев и ароматных спиртов, взвешивают, подают для измельчения на корнедробилку или траворезку (в зависимости от вида сырья). Измельченное сырье направляют в куб перегонного аппарата для извлечения ароматических веществ и получения ароматного спирта либо загружают в экстракционную установку для изготовления спиртованного настоя путем экстракции ароматических веществ сырья. Ароматные спирты хранят в сборниках.

Для извлечения остатков настоя отработанное сырье прессуют на выжимном прессе; отжатый настой собирают в чаше выжимного пресса и перекачивают в сборник спиртованного настоя, а выжимки направляют в перегонный аппарат для извлечения оставшегося в них спирта.

Сахар взвешивают на весах и ссыпают через бункер в сироповарочный котел, куда добавляют воду для варки сиропа. Полученный сахарный сироп перекачивают насосом через фильтр в холодильник и далее в напорный сборник. Для купажирования изделий приготовленные полуфабрикаты самотеком направляют в купажные баки. Туда же подают ректификованный спирт высшей очистки из спиртохранилища через мерник и умягченную воду из сборника, куда она перекачивается из водоочистительной установки.

Готовые купажи изделий отстаивают (если это предусмотрено технологическим регламентом) и фильтруют через фильтр-пресс. Профильтрованные изделия поступают в напорные мерные сборники. Из них изделия под гидростатическим напором подаются через контрольные фильтры на розлив в бутылки.

Ликеры, предназначенные для длительной выдержки в дубовой таре, из купажного бака самотеком по продуктовой коммуникации поступают в полуподвальное помещение, где разливаются в дубовые бочки. По окончании срока выдержки ликеры перекачивают обратно в купажные баки, затем фильтруют на фильтр-прессах, направляют в напорный мерный сборник и передают для розлива в бутылки.

Для того чтобы получить стандартные по качеству ликероводочные изделия, их вырабатывают в строгом соответствии с рецептурами, в которых указано, какие составные части и в каких количествах должны быть взяты для приготовления каждого продукта. Рецептуры ликероводочных изделий были разработаны в результате многолетней практики большим коллективом специалистов ликероводочной промышленности и на основе многочисленных данных химических исследований состава и свойств применяемого сырья и вырабатываемых из него полуфабрикатов.

Рецептуры обуславливают органолептические показатели изделий — цвет, аромат и вкус; аналитические показатели — крепость, общее количество экстрактивных веществ, общее содержание сахара и кислотность; количество задаваемых полуфабрикатов на

1000 дал изделия в зависимости от их качества, общего содержания экстрактивных веществ в соках и морсах и эфирных масел в настоях и ароматных спиртах; расход потребного количества сырья для получения полуфабрикатов из расчета 1000 дал изделия.

Качество ликероводочных изделий должно строго соответствовать установленным для них аналитическим и органолептическим показателям.

10.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО И ЛИКЕРОВОДОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В производстве спирта основными отходами являются зерно-картофельная и мелассная барда, диоксид углерода.

Зерно-картофельная барда содержит 5...8% сухих веществ и 92...95% воды. Сухие вещества барды состоят из белков, гемицеллюлозы, целлюлозы, сахаров, жира, минеральных веществ и витаминов группы В.

Мелассная барда состоит из 88...92% воды и 7...12% сухих веществ — это белки, аминокислоты, сахара, карбоновые кислоты, глицерин, витамины группы В, а также минеральные вещества (3%). Из-за такого большого количества минеральных веществ мелассную барду нельзя применять на кормовые цели.

Мелассную барду используют для выращивания кормовых дрожжей и получения кормового витамина В₁₂.

Основные стадии производства кормовых дрожжей — подготовка питательной среды, выращивание дрожжей, концентрирование дрожжевой суспензии. Технологическая схема должна обязательно предусматривать отвод образующейся в процессе брожения теплоты и усиленный подвод кислорода воздуха. Подготовка питательной среды заключается в том, что горячую барду охлаждают в теплообменниках, подкисляют кислотой, добавляют азотистые и фосфорные питательные вещества. Засевные дрожжи рас, склонных к активному накоплению биомассы (*Candida tropicalis* и др.), выращивают в аппаратах чистой культуры. В некоторых случаях в качестве засевных используют концентрированные дрожжи.

Сусло вместе с засевными дрожжами подают в дрожжегенераторы, а затем вместе с кислотой (для поддержания необходимого уровня рН) — в дрожжерастильные аппараты. Концентрирование дрожжей — это их сгущение на сепараторах. После высушивания получают сухие кормовые дрожжи влажностью 7...8%, содержащие 45...52% белка. При использовании в качестве питательной среды мелассной барды получают витамин В₁₂.

Производство этих витаминов состоит из следующих технологических операций: подготовка мелассной барды к брожению; сбраживание барды; концентрирование бражки; сушка и охлаждение готового продукта.

Подготовка мелассной барды к брожению предусматривает нагрев ее до 55...57 °С с последующей обработкой диаммонийфосфатом и хлоридом кальция. Барду сбраживают при температуре 55...57 °С метанообразующими бактериями в анаэробных условиях. Полученную бражку подкисляют соляной кислотой до pH 5,5...5,0, а затем подогревают до 95...100 °С и дегазируют. Концентрирование бражки осуществляют на выпарной станции до содержания 35...40% сухих веществ. После высушивания и охлаждения получают кормовой концентрат КМБ-12, содержащий витамин В₁₂ в количестве 50 мг/кг.

Диоксид углерода, выделяющийся при спиртовом брожении, используют для получения жидкого СО₂. Подробная схема производства диоксида углерода приведена в главе 9.

В ликероводочной промышленности образуются следующие отходы: исправимый и неисправимый брак; плодово-ягодные выжимки и фузы (осадки); мякоть citrusовых плодов; косточки плодов; стеклобой.

Исправимым браком называют брак, пригодный для повторной переработки, неисправимым — брак, непригодный для повторной переработки. Исправимый брак, полученный при розливе водки, используют для приготовления сортировки, а при розливе ликероводочных изделий — для приготовления купажа. Количество исправимого брака на производстве составляет около 1,3%.

Неисправимый брак образуется в результате пролива со стаканов разливочного автомата, сливов с конвейеров, остатков изделий, собранных с пола. Брак ликероводочных изделий направляют на выпарку для извлечения спирта, а брак водочного производства — на ректификацию или для приготовления спирта-денатурата. Количество неисправимого брака на заводах составляет около 0,3%.

При переработке citrusовых плодов используют только цедру (корку). Из оставшейся мякоти этих плодов получают спиртованные соки, ее также применяют для приготовления варенья, джемов, компотов.

В ликероводочном производстве часть бутылок разбивается и превращается в стеклобой (2%). Большую часть стеклобоя (78%) возвращают на стекольные заводы для выработки новой продукции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие требования предъявляют к сырью для производства спирта? 2. Какие вы знаете основные этапы производства спирта? 3. В чем заключаются различия в производстве спирта из крахмалистого сырья и мелассы? 4. С какой целью применяют ферментные препараты в производстве спирта? 5. Какие основные показатели качества этилового спирта? 6. Какие требования предъявляют к воде для производства ликероводочных изделий? 7. Какова технологическая схема водочного производства? 8. Какие существуют способы приготовления водноспиртовых растворов? 9. Какие требования предъявляют к водке? 10. Какое сырье используют для приготовления ликероводочных изделий? 11. Каковы этапы производства ликероводочных изделий? 12. Как перерабатывают основные отходы спиртового и ликероводочного производства?

Глава 11. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

●

Экология является теоретической основой рационального природоиспользования, ей принадлежит ведущая роль в разработке стратегии взаимоотношений природы и человеческого общества.

Промышленная экология рассматривает нарушения природного равновесия в результате хозяйственной деятельности. При этом наиболее значительным по своим последствиям является загрязнение окружающей среды.

Под термином «окружающая среда» принято понимать все то, что прямо или косвенно воздействует на жизнь и деятельность человека. В упрощенном представлении под окружающей средой подразумевают биосферу Земли. Биосфера — оболочка земного шара, включающая в себя нижнюю часть атмосферы высотой до 10...15 км, всю водную оболочку (до глубины 12 км) и верхнюю твердую часть земной коры на глубину до 2...3,5 км.

Экологическое состояние нашего государства — очень тревожное. Более чем в ста городах атмосферный воздух не соответствует установленным стандартам. Загрязнено огромное количество пресноводных водоемов рек, озер, прудов, водохранилищ. Не внушает оптимизма и состояние прибрежных вод морей и океанов. Достаточно сказать, что десятки километров пляжей закрывают летом по санитарно-гигиеническим причинам.

В стране огромное количество свалок, зоохранилищ, шламоохранилищ, шлакоохранилищ. Они покрывают территории в десятки тысяч квадратных километров, причем достаточно часто для них отчуждены плодородные земли. Все это наносит вред окружающей среде.

Можно назвать следующие причины экологического неблагополучия. Во-первых, крайне неблагоприятная структура экономики, резкий перекокс в сторону природоэксплуатирующих отраслей. Во-вторых, моральное и особенно физическое старение производственных фондов. Средний срок службы оборудования в нашей промышленности перевалил за двадцать лет. На многих предприятиях он составляет уже тридцать лет.

Во избежание угрозы истощения природных ресурсов и наруше-

ния экологического равновесия в конце 1992 г. наконец был принят Закон об охране окружающей природной среды, первый в истории России, а также Закон о недрах, Лесной кодекс и др. Первый из этих законов устанавливает жесткие рамки прямых экологических ограничений на объемы деятельности и объемы использования природных ресурсов. Кроме того, закон устанавливает параметры экономического механизма управления природопользованием, иными словами, систему платежей за природные ресурсы, за выбросы в окружающую среду, а также регулирует доступ к природным ресурсам со стороны хозяйственных объектов. Закон ставит жесткие ограничения для всех производителей по объему и качеству выбросов в окружающую среду.

11.1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Атмосферный воздух, кроме таких важнейших компонентов, как азот, кислород, диоксид углерода, содержит в разных количествах множество других веществ. Первые относятся к составляющим атмосферы, вторые ее загрязняют. Чаще всего под атмосферным загрязнением понимают присутствие в воздухе различных газообразных и твердых веществ, которые оказывают неблагоприятное влияние на живые организмы и растительность, ухудшают их жизненные условия или наносят материальный ущерб. Загрязнение атмосферы может быть связано с естественными процессами: извержением вулканов, пыльными бурями, лесными пожарами. Кроме того, атмосфера загрязняется в результате производственной деятельности человека.

Источниками загрязнения воздуха являются дымовые выбросы пивобезалкогольных предприятий. Выбросы бывают организованными и неорганизованными. Выбросы, поступающие из труб предприятий, являются специально направленными, организованными. До того как поступить в трубу, они проходят через очистные сооружения, в которых осуществляется поглощение части вредных веществ. Из окон, дверей, вентиляционных отверстий производственных зданий в атмосферу поступают неорганизованные выбросы. Основными загрязняющими веществами в выбросах являются твердые частицы (пыль, сажа) и газообразные вещества (окись углерода, двуокись серы, окислы азота).

На пивобезалкогольных предприятиях основные загрязняющие вещества содержатся в выбросах котельных. Они в большем или меньшем количестве выбрасывают в атмосферу твердые вещества, двуокись серы, окислы азота, углеводороды. Одним из самых опасных канцерогенных углеводородов является бенз(о)-пирен. Он поступает в атмосферу с продуктами сгорания топлива наряду с окислами металлов и некоторыми другими веществами.

Высокая концентрация загрязняющих веществ в атмосфере на-

носит большой ущерб здоровью населения, сельскому и лесному хозяйству, промышленности, жилым зданиям и техническим сооружениям, историческим памятникам и другим произведениям искусства.

На многих пивобезалкогольных предприятиях на существующих пылегазоочистных сооружениях очищают производственную отходящую воздушную смесь лишь от промышленной пыли, но при этом не удаляются выбросы газообразных веществ. Чтобы снизить их вредное воздействие, в последние годы широко развернуты работы по установлению для каждого источника загрязнения предельно допустимых выбросов (ПДВ).

На пивобезалкогольных предприятиях проводится инвентаризация источников выбросов вредных веществ в атмосферу. Для решения проблемы загрязнения ведутся поиск и разработка новых технических средств и систем для контроля промышленных выбросов в атмосферу, а также средств контроля уровня загрязнения.

11.2. СТОЧНЫЕ ВОДЫ ПИВОВАРЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Воды, отводимые после использования в производственной и хозяйственно-бытовой деятельности человека, называются сточными. Неочищенные сточные воды пивобезалкогольных предприятий могут быть источником загрязнения поверхностных и подземных вод. От предприятий отводятся сточные воды трех видов: производственные, бытовые и атмосферные.

Производственные сточные воды отводятся либо общим потоком, либо несколькими в зависимости от вида загрязняющих веществ и их концентрации. Бытовые сточные воды, как правило, отводятся отдельно от производственных стоков. Совместное отведение возможно, если производственные стоки подвергаются биологической очистке. Атмосферные сточные воды отводятся с территории предприятия в зависимости от степени их загрязнения отдельной системой канализации или объединяются с производственной канализацией.

Вообще, канализацией называют комплекс инженерных сооружений, обеспечивающих отведение за пределы предприятия загрязненных сточных вод, а также их очистку перед сбросом в водосмы.

11.2.1. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Степень загрязнения сточных вод оценивают на основе результатов физико-химического, биологического и бактериологического анализов, которые не заменяют, а дополняют друг друга.

При физико-химическом анализе определяют физические и химические показатели.

К физическим показателям качества воды относятся: температура, запах, окраска, прозрачность. Эти показатели позволяют дать

первую приближенную оценку степени загрязнения воды и наметить пути ее очистки или дальнейшего исследования для получения качественных и количественных характеристик. Температура, запах, окраска, прозрачность могут свидетельствовать о наличии в воде органических веществ, о протекании процессов окисления и разложения.

Химическими исследованиями можно установить качественный и количественный состав минеральных и органических веществ, наличие вредных (токсических) веществ и растворенных газов. При химическом анализе сточных вод определяют количество взвешенных веществ и сухого остатка, биохимическое потребление кислорода (БПК₅, БПК_{полн}), химическое потребление кислорода (ХПК), содержание азотистых веществ, калия, натрия, хлоридов, сульфатов и других компонентов.

Биологический анализ помогает выявить степень загрязнения водоема в целом, бактериологический — определить вероятность нахождения в воде патогенных микроорганизмов.

Поступающие в водоем вместе со сточными водами загрязнения постепенно разбавляются и разрушаются в результате химического взаимодействия с веществами, присутствующими в воде водоема, а также разложения органических веществ аэробными микроорганизмами, населяющими водоем. Декструкция загрязнений происходит постоянно, и в связи с этим в водоеме постепенно восстанавливаются условия, бывшие до поступления сточных вод.

Способность водоемов к ликвидации загрязняющих примесей и к восстановлению природных качеств воды называется самоочищающей способностью. Основную роль в процессе самоочищения играют биологические процессы, которые связаны с потреблением кислорода, растворенного в воде водоема.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) — показатель, наиболее часто применяемый при определении степени загрязнения сточных вод, содержащих органические вещества. БПК₅ — это количество кислорода, расходуемого на биохимические процессы в течение 5 сут. БПК_{полн} — это количество кислорода, расходуемое на биохимические процессы до наступления реакции нитрификации, т. е. окисления аммиака в азотистую кислоту.

Химическая потребность в кислороде (ХПК) — это количество кислорода, требуемое для полного окисления всех восстановителей (органического и неорганического происхождения), находящихся в воде.

В водосмах присутствуют микроорганизмы (бактерии), которые способны существовать за счет загрязнений сточной воды как источников питания. При этом часть использованных органических веществ расходуется клетками на собственные энергетические нужды, а другая — на построение (синтез) тела клетки. В результате жизнедеятельности бактерий сточная вода очищается от исход-

ных органических примесей, но при этом в ней остаются некоторые органические вещества, малодоступные или совсем недоступные бактериям. Эти оставшиеся вещества окисляются химическим путем. Поэтому ХПК всегда выше, чем БПК.

11.2.2. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ

Нормативы качества воды после смешения со сточными водами регламентируются Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами. В этих Правилах водоемы и водотоки разделяются на два вида: 1 — для хозяйственно-питьевого водоснабжения и культурно-бытового водопользования; 2 — для рыбохозяйственных целей. Водоемы вида 1 разделяют на две категории: первая — используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения и обеспечения предприятий пищевой промышленности; вторая — предназначенные для купания, спорта и отдыха населения.

Для каждого из этих двух категорий водоемов установлены следующие показатели качества воды после смешения со сточными водами:

1. Растворенный кислород — не менее 4 мг/л в любой период года в пробе, отобранной до 12 часов дня.

2. Биохимическая потребность в кислороде — полная потребность воды в кислороде при 20 °С не должна превышать 3 и 6 мг/л соответственно для водоемов первой и второй категорий.

3. Взвешенные вещества — их содержание в воде водоема после спуска сточных вод не должно увеличиваться более чем на 0,25 и 0,75 мг/л.

4. Запахи и привкусы — вода не должна приобретать запахов и привкусов интенсивностью более 2 баллов. Кроме того, она не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыб.

5. Окраска не должна обнаруживаться в столбике воды высотой 20 см для водоемов первой категории и 10 см для водоемов второй категории.

6. Активная кислотность воды после смешения со сточными водами должна находиться в пределах рН 6,5...8,5.

7. Ядовитые вещества не должны содержаться в концентрациях, которые могут оказать прямо или косвенно вредное действие на здоровье людей.

8. Плавающие примеси — в сточных водах не должно быть минеральных масел и других плавающих веществ в количествах, образующих на поверхности водоема пленки, пятна и скопления.

9. Возбудители заболеваний не должны содержаться в воде: методы обеззараживания должны обеспечивать коли-индекс не более 1000 при остаточном хлоре не менее 1,5 мг/л.

10. Минеральный состав не должен быть более 1000 мг/л, в том числе хлоридов 350 и сульфатов 500 мг/л.

11. Температура воды в водоеме не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со средней температурой воды самого жаркого месяца за последние 10 лет.

11.2.3. СОСТАВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

На пивоваренных предприятиях в зависимости от состава и концентрации загрязнений различают следующие производственные сточные воды:

образующиеся в результате использования воды в основном производстве (грязные);

от вспомогательных операций и процессов, получающиеся при поверхностном охлаждении аппаратуры (условно чистые);

от подсобных помещений и вспомогательных цехов (малозагрязненные).

Состав производственных сточных вод формируется при смешении грязных и малозагрязненных вод.

Загрязнения сточных вод пивоваренного производства делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

К минеральным загрязнениям относятся частицы земли, растворы минеральных солей, кислот и щелочей, железо, кальций, магний, кремний, калий и другие неорганические вещества; к органическим — углеводы, азотистые вещества, органические кислоты, полифенольные вещества. Бактериальные и биологические загрязнения представляют собой различные микроорганизмы, дрожжевые и плесневые грибки, бактерии и пр. По химическому составу эти загрязнения относятся к органическим, но выделяются в отдель-

11.1. Средний состав сточных вод пивоваренных заводов

Показатели	Производство	
	пива	солода и пива
Температура, °С	15,0	15,0
pH	6,5	6,7
Взвешенные вещества, мг/л	350,0	450,0
БПК _{полн} , мг/л	950,0	1140,0
ХПК, мг/л	1200,0	1300,0
Сухой остаток, мг/л	1450,0	1710,0
Содержание, мг/л:		
калия	44,4	42,0
хлоридов	205,0	191,0
сульфатов	359,0	268,5
фосфора	74,0	85,4
азота общего	48,8	66,8

ную группу ввиду особого взаимодействия с другими видами загрязнений.

Загрязненные сточные воды практически образуются во всех производственных цехах пивоваренного завода. Наиболее загрязненными являются стоки, образующиеся при мойке и замачивании ячменя, мойке остаточных дрожжей. Состав сточных вод зависит от качества применяемого сырья, принятой технологии производства, ассортимента выпускаемой продукции (табл. 11.1).

Как видно из таблицы, сточные воды пивоваренных предприятий концентрированные по органическим веществам (по БПК и ХПК). Эти вещества поглощают растворенный в воде кислород, в результате чего создается его дефицит. БПК_{полн} этих сточных вод может колебаться в пределах 500...1600. Кроме того, органические загрязнения под действием бактерий, дрожжей и других микроорганизмов претерпевают сложные биохимические превращения с выделением чисто газообразных продуктов распада (сероводорода, аммиака и др.). Сточные воды пивоваренных заводов также характеризуются повышенным содержанием взвешенных веществ.

11.2.4. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Сточные воды предприятий пивоваренной промышленности сильно загрязнены органическими, взвешенными веществами и подлежат очистке на очистных станциях самих заводов или городских очистных сооружениях.

Для очистки сточных вод пивоваренного производства применяют разнообразные способы, которые подразделяются на механические, биологические и физико-химические.

Механические способы очистки применяют для выделения из сточных вод находящихся в ней нерастворенных, грубодисперсных примесей путем процеживания, отстаивания, фильтрования. Механические способы как самостоятельные используют в тех случаях, когда достигается такая степень очистки, при которой сточные воды можно направлять на производственные нужды или сбрасывать в водоемы. Как правило, механическая очистка — это предварительная стадия перед биологической или другими видами очистки.

Наиболее широко распространенным видом загрязнителей сточных вод являются нерастворенные примеси — взвешенные вещества, которые удаляют на следующих сооружениях: решетках, песколовках, отстойниках. Решетки служат для задержания крупных предметов органического и минерального происхождения, песколовки — для выделения тяжелых минеральных загрязнений, отстойники — для отделения нерастворенных оседающих или всплывающих механических примесей. Как правило, после механической очистки вода поступает на биологическую очистку.

Биологические способы очистки основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют окислению и восста-

новлению органических веществ. Биологическая очистка может производиться в естественных и искусственных условиях.

В естественных условиях биологическая очистка сточных вод производится на полях орошения, полях фильтрации, в биологических прудах.

Очистка сточных вод на полях орошения и полях фильтрации основана на способности самоочищения почвы. Полями орошения называют специально подготовленные, спланированные земельные участки, предназначенные для очистки сточных вод и выращивания сельскохозяйственных культур. Если такие участки используют только для очистки сточных вод, то их называют полями фильтрации.

Биологические пруды представляют собой искусственные водоемы, в которых происходит самоочищение сточных вод.

К искусственным сооружениям для очистки сточных вод относятся биофильтры, аэрофильтры, аэротенки.

Биофильтры — сооружения, в которых сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый биопленкой, образованной колониями микроорганизмов.

Аэрофильтры — сооружения, отличительной особенностью которых является более высокая окислительная способность, обусловленная лучшим обменом веществ в них. Благодаря большой загрузке, высоким скоростям движения воздуха, хорошему распределению кислорода биопленка образуется во всем объеме.

Аэротенки представляют собой прямоугольные резервуары вытянутой формы, по которым медленно движется поток сточной воды. Распад органических веществ происходит в нем в самой толще воды, как в естественном водоеме, но со значительно большей интенсивностью. Достигается это в результате искусственного интенсивного насыщения воды воздухом и образования в ее толще активного ила (микробной массы) в форме хлопьев, в основном состоящих из скоплений аэробных бактерий, заменяющих биологическую пленку на фильтрах.

Физико-химические способы очистки основаны на химических реакциях или физических явлениях, в результате реализации которых происходит разложение или выделение вредных веществ из сточных вод.

К физико-химическим методам очистки относится обеззараживание сточных вод, которое производится с целью уничтожения в них патогенных микробов. Эффект обеззараживания определяется по концентрации в выпускаемой воде кишечной палочки. Дезинфекция сточных вод может производиться различными способами, но наибольшее распространение на пивоваренных заводах получило хлорирование, т. е. введение в сточные воды жидкого хлора или хлорной извести в определенных количествах. Расчетную дозу активного хлора следует принимать: 10 мг/л — после механической

очистки сточных вод, 5 мг/л — после неполной искусственной биологической очистки, 3 мг/л — после полной искусственной биологической очистки сточных вод.

При выборе метода очистки сточных вод в первую очередь учитывают месторасположение пивоваренного завода, степень загрязнения сточных вод, требуемую степень очистки и т. д.

Одна из возможных схем очистки сточных вод пивоваренных заводов представлена на рис. 11.1. Сточные воды после механической очистки на решетках 1, песколовках 2 отводятся в усреднители 3 для выравнивания их по концентрации и равномерного притока на дальнейшую обработку. Далее сточная вода направляется в первичный отстойник 4, откуда она поступает на биофильтры 5, где происходит образование органических веществ. Для жизнедеятельности микроорганизмов в биофильтр 5 подводится воздух из компрессорной 9. Доочистка производится во вторичном отстойнике 6, который служит для отделения осадка и отмершей биомассы, которые направляются обратно в биофильтр 5. Для дезинфекции сточные воды подаются в контактный резервуар 7, куда поступает активный хлор из хлораторной установки 8. Далее очищенные сточные воды спускаются в водоем.

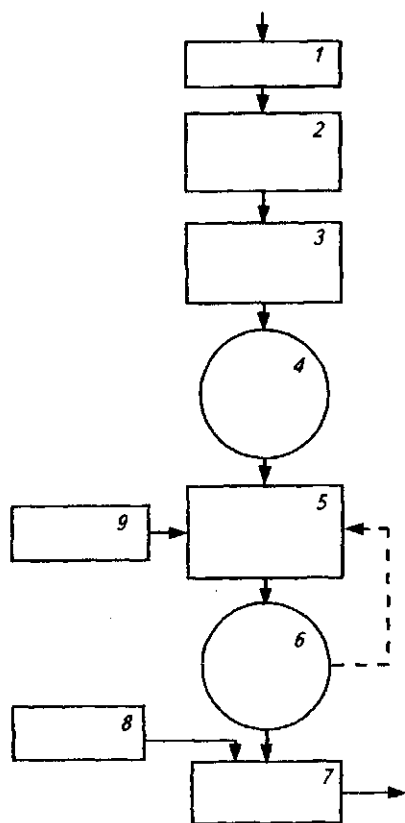


Рис. 11.1. Схема очистки сточных вод пивоваренных заводов

11.2.5. УТИЛИЗАЦИЯ ЦЕННЫХ ВЕЩЕСТВ СТОЧНЫХ ВОД

В процессе биологической очистки сточных вод пивоваренного производства образуется активный ил, который в основном содержит белковые вещества, углеводы, жиры в комплексе с биогенными элементами (калий, фосфор, азот). Принимая во внимание состав ила, его после подсушивания и обеззараживания вывозят на поля в качестве удобрения.

Одним из направлений утилизации ценных веществ, содержащихся в сточных водах пивоваренных заводов, является их биологическая очистка на полях орошения. Этим способом можно очищать стоки в естественных природных условиях при одновременном повышении урожайности, в первую очередь таких культур, как кормовая свекла, кукуруза, зеленый подсолнух, кормовая морковь.

Однако использование свежих стоков для орошения не всегда возможно из-за неравномерности отвода их на поля, климатических условий и т. д.

11.3. СТОЧНЫЕ ВОДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ И КВАСА

На предприятиях, выпускающих безалкогольные напитки, минеральные воды и квас, воду используют для различных целей: приготовления готовой продукции, охлаждения аппаратов, мойки оборудования, трубопроводов, полов и т. д. Образующиеся на производстве сточные воды имеют следующий состав: рН 6,8, взвешенные вещества 200 мг/л, БПК_{полн} 400 мг/л.

Основные источники взвешенных и органических веществ — остатки квасной гущи, остаточные дрожжи, загрязнения от мойки бутылок, термоцистерн, бочек.

Сточные воды предприятий по выпуску безалкогольных напитков по составу загрязнений и содержанию биохимически разлагающихся органических веществ близки к бытовым водам, их можно очищать вместе с ними на общегородских очистных сооружениях. Поэтому при размещении безалкогольных предприятий в городах сточные воды от них отводятся в городскую канализацию. При этом они не должны нарушать работу канализационных сетей и очистных сооружений. В противном случае сточные воды подвергаются предварительной очистке, степень которой согласовывается с местной администрацией и организациями, проектирующими очистные сооружения. Если качество и состав производственных сточных вод резко изменяются в течение суток, необходимо предусматривать специальные емкости-усреднители, обеспечивающие равномерный выпуск производственных сточных вод.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под термином «окружающая среда»? 2. Какие загрязняющие вещества выбрасывают в атмосферу пивобезалкогольные предприятия? 3. Как оценивают степень загрязнения сточных вод? 4. Какие требования предъявляют к качеству воды? 5. Каков состав сточных вод пивоваренного производства? 6. Какие способы применяют для очистки сточных вод пивоваренного производства? 7. Как можно утилизировать ценные вещества сточных вод? 8. Каков состав сточных вод предприятий по производству безалкогольных напитков?

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Основные понятия о биотехнологии производства солода, пива и безалкогольных напитков	6
1.1. Основные понятия о процессе проращивания зерна	6
1.2. Основные понятия о процессе брожения	6
1.3. Виды брожения	10
1.4. Углеводы	12
1.5. Белки	15
1.6. Ферменты	18
1.7. Микроорганизмы	21
1.7.1. Бактерии	21
1.7.2. Дрожжи	22
1.7.3. Плесневые грибы	23
1.7.4. Микроорганизмы — вредители производства	23
1.7.5. Меры борьбы с производственной инфекцией	24
Глава 2. Сырье и вспомогательные материалы пивоваренного и безалкогольного производств	31
2.1. Сырье пивоваренного производства	31
2.1.1. Ячмень	31
2.1.2. Кукуруза, рис, соя, пшеница	41
2.1.3. Хмель и хмелевые препараты	42
2.1.4. Сахаристые продукты и полуфабрикаты для получения пива	48
2.2. Сырье и полуфабрикаты для производства кваса	49
2.2.1. Рожь	49
2.2.2. Ячменный солод	50
2.2.3. Ржаная хлебопекарная мука	51
2.2.4. Кукурузная мука	51
2.2.5. Квасные хлебцы	52
2.2.6. Сухой хлебный квас	52
2.2.7. Концентрат квасного сусла	53
2.2.8. Концентраты квасов	53
2.2.9. Дрожжи	54
2.2.10. Молочнокислые бактерии	55
2.3. Сырье и полуфабрикаты для производства безалкогольных напитков	55
2.3.1. Сахар	55
2.3.2. Заменители сахара	57
2.3.3. Плодово-ягодные полуфабрикаты	58
2.3.4. Пищевые кислоты	62
2.3.5. Дioxid углерода	64
2.3.6. Красители	64
2.3.7. Ароматические вещества	66
2.3.8. Этиловый ректификованный спирт	69
2.3.9. Виноградные вина	69
2.3.10. Мед	70
2.3.11. Сгущенная молочная сыворотка	70
2.3.12. Пряности, корни и листья растений, травы, чай	70
2.3.13. Концентраты и композиции	72
2.3.14. Консерванты	73
2.3.15. Минеральные соли	74

2.4.	Вода и водоподготовка	75
2.4.1.	Солевой состав воды и его влияние на технологический процесс	76
2.4.2.	Требования к качеству воды	81
2.4.3.	Способы обработки воды для технологических целей	82
2.5.	Ферментные препараты и композиции, применяемые при производстве солода, пива и кваса	88
2.5.1.	Продуценты ферментных препаратов	88
2.5.2.	Способы культивирования продуцентов ферментов	90
2.5.3.	Номенклатура ферментных препаратов	91
2.5.4.	Характеристика ферментных препаратов и мультиэнзимных композиций	92
2.6.	Тара и вспомогательные материалы	95
2.6.1.	Бутылки, укупорочные и этикетировочные материалы	95
2.6.2.	Бочки и автоцистерны	99
2.6.3.	Ящики для бутылок	100
2.6.4.	Фильтрационные и осветляющие материалы	100
2.6.5.	Моющие и дезинфицирующие вещества	101
Глава 3. Производство солода		105
3.1.	Присмка, очистка, сортирование и хранение зерна	105
3.1.1.	Очистка и сортирование зерна	105
3.1.2.	Хранение зерна	107
3.1.3.	Вредители зерна и меры борьбы с ними	112
	Практические занятия	114
3.2.	Производство ячменного солода	115
3.2.1.	Замачивание ячменя	115
3.2.1.1.	Теоретические основы процесса замачивания	116
3.2.1.2.	Аппараты для замачивания зерна	119
3.2.1.3.	Способы замачивания зерна	120
3.2.1.4.	Определение окончания процесса замачивания	126
3.2.2.	Солодоращение	127
3.2.2.1.	Морфологические изменения зерна	128
3.2.2.2.	Биохимические изменения зерна	128
3.2.2.3.	Факторы, влияющие на проращивание зерна	132
3.2.2.4.	Применение активаторов и ингибиторов роста при солодоращении	134
3.2.2.5.	Способы солодоращения	135
3.2.2.6.	Требования к качеству свежепроросшего солода	140
3.2.3.	Сушка солода	141
3.2.3.1.	Процессы, протекающие в солоде при сушке	141
3.2.3.2.	Типы сушилок, способы и режимы сушки солода	143
3.2.4.	Специальные сорта солода	150
3.2.5.	Обработка и хранение солода	151
3.2.5.1.	Удаление ростков	151
3.2.5.2.	Хранение солода	151
3.2.6.	Требования к качеству ячменного пивоваренного солода	152
3.3.	Производство ржаного солода	156
3.3.1.	Производство ржаного ферментированного солода	156
3.3.1.1.	Замачивание зерна ржи	156
3.3.1.2.	Проращивание зерна ржи	157
3.3.1.3.	Ферментация солода	159
3.3.1.4.	Сушка ржаного ферментированного солода	160
3.3.1.5.	Производство ржаного ферментированного солода статическим способом	161
3.3.2.	Производство ржаного неферментированного солода	163
3.3.3.	Требования к качеству ржаного солода	164
	Практические занятия	165

Глава 4. Производство пива	172
4.1. Технологические основы производства пива	172
4.1.1. Назначение основных этапов технологии пива	172
4.1.2. Технологическая схема производства пива	174
4.2. Очистка и дробление солода	174
4.2.1. Очистка солода	174
4.2.2. Дробление солода	174
4.3. Приготовление пивного сула	177
4.3.1. Приготовление затора	177
4.3.1.1. Биохимические процессы при затирании	177
4.3.1.2. Способы затирания	181
4.3.1.3. Способы экономии солода при затирании	184
4.3.1.4. Оборудование варочного цеха	188
4.3.1.5. Фильтрация затора	189
4.3.2. Получение охмеленного сула	194
4.3.2.1. Процессы, протекающие при кипячении сула с хмелем	195
4.3.2.2. Кипячение сула с хмелем	197
4.3.2.3. Способы охмеления сула	199
4.3.3. Осветление и охлаждение сула	201
4.3.4. Производство концентратов пивного сула	208
4.3.5. Показатели качества сула	209
Практические занятия	210
4.4. Брожение сула, дображивание и созревание пива	214
4.4.1. Характеристика дрожжей, используемых в пивоварении	214
4.4.2. Разведение чистой культуры дрожжей	216
4.4.3. Главное брожение сула	218
4.4.3.1. Процессы, происходящие при брожении сула	218
4.4.3.2. Факторы, влияющие на процесс брожения сула	221
4.4.3.3. Ведение главного брожения сула	223
4.4.3.4. Способы подготовки дрожжей	226
4.4.3.5. Нарушения процесса брожения сула	229
4.4.3.6. Устройство цеха брожения и бродительные аппараты	230
4.4.3.7. Способы брожения сула	232
4.4.4. Дображивание и созревание пива	236
4.4.4.1. Процессы, происходящие при дображивании пива	236
4.4.4.2. Созревание пива	239
4.4.4.3. Ведение дображивания пива	241
4.4.4.4. Устройство и оборудование цеха дображивания	245
4.4.5. Ускоренные и непрерывные способы брожения и дображивания	246
4.4.5.1. Ускоренные способы брожения и дображивания	246
4.4.5.2. Непрерывные способы брожения и дображивания	250
4.4.5.3. Способы подготовки доброженного пива к розливу	252
Практические занятия	253
4.5. Осветление и розлив пива	258
4.5.1. Осветление пива	258
4.5.1.1. Процессы, протекающие при осветлении и розливе пива	258
4.5.1.2. Осветление пива фильтрованием	260
4.5.1.3. Осветление пива сепарированием	265
4.5.2. Карбонизация пива	266
4.5.3. Выдержка пива в сборниках	266
4.5.4. Розлив пива	267
4.5.4.1. Подготовка стеклянной тары и укладка ее в ящики	268
4.5.4.2. Мойка тары	269
4.5.4.3. Розлив пива в бочки	270
4.5.4.4. Налив пива в автоцистерны	271
4.5.4.5. Розлив пива в бутылки	272
4.5.4.6. Розлив пива в банки	274

Практические занятия	274
4.6. Готовое пиво и его качество	286
4.6.1. Сорта и химический состав пива	286
4.6.2. Показатели качества пива	289
4.6.3. Виды помутнений и причины их возникновения	293
4.6.4. Способы повышения стойкости пива	295
4.6.4.1. Обработка пива ферментными препаратами	295
4.6.4.2. Обработка пива химическими веществами	296
4.6.4.3. Обработка пива адсорбентами	296
4.6.4.4. Пастеризация пива	297
Глава 5. Производство безалкогольных напитков	301
5.1. Характеристика и ассортимент безалкогольных напитков	301
5.2. Производство газированных безалкогольных напитков	303
5.2.1. Технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков	303
5.2.2. Приготовление белого сахарного и белого инвертного сиропов	306
5.2.2.1. Приготовление белого сахарного сиропа	307
5.2.2.2. Приготовление белого инвертного сиропа	309
5.2.3. Приготовление колера	311
5.2.4. Приготовление купажных сиропов	313
5.2.4.1. Подготовка компонентов к купажированию	313
5.2.4.2. Способы приготовления купажных сиропов	314
5.2.4.3. Фильтрация и охлаждение купажных сиропов	316
5.2.4.4. Требования к качеству купажного сиропа	317
5.2.5. Приготовление газированных воды и напитков	318
5.2.5.1. Факторы, влияющие на насыщение воды и напитков диоксидом углерода	318
5.2.5.2. Установки для насыщения воды диоксидом углерода	320
5.2.6. Розлив газированных безалкогольных напитков	322
5.2.7. Хранение газированных безалкогольных напитков	325
5.3. Производство сиропов для торговой сети	326
5.4. Производство негазированных напитков	326
5.5. Производство сухих напитков	327
5.6. Производство искусственно минерализованных вод	328
5.7. Стойкость безалкогольных напитков	330
5.7.1. Факторы, влияющие на стойкость безалкогольных напитков	330
5.7.2. Способы повышения стойкости безалкогольных напитков	331
5.8. Требования к качеству безалкогольных напитков	334
Практические занятия	335
Глава 6. Производство кваса	348
6.1. Характеристика квасов и напитков на хлебном сырье	348
6.2. Технологическая схема производства кваса	348
6.3. Основные стадии производства хлебного кваса	350
6.3.1. Приготовление квасного сула	350
6.3.2. Приготовление сахарного сиропа и колера	352
6.3.3. Приготовление комбинированной закваски из чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий	352
6.3.4. Брожение квасного сула	358
6.3.5. Купажирование хлебного кваса	362
6.3.6. Розлив и хранение бочкового хлебного кваса	363
6.4. Производство квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье	364
6.4.1. Приготовление купажного сиропа для квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье	364
6.4.2. Розлив и пастеризация квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье	365

6.4.3. Хранение и транспортирование квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье	367
6.5. Производство фруктово-ягодных квасов и квасов из виноградного сырья	368
6.6. Стойкость кваса	368
6.7. Требования к качеству кваса	369
Практические занятия	371
Глава 7. Производство минеральных вод	373
7.1. Характеристика минеральных вод	373
7.2. Технологическая схема обработки и розлива минеральных вод	375
7.3. Добыча минеральных вод	377
7.4. Обработка минеральных вод	379
7.5. Розлив минеральных вод в бутылки	383
7.6. Налив минеральных вод в цистерны	384
7.7. Хранение и транспортирование готовой продукции	384
7.8. Требования к качеству минеральной воды	385
Глава 8. Потери при производстве пива, безалкогольных напитков, кваса и минеральных вод	387
8.1. Потери при производстве солода	387
8.1.1. Потери при хранении ячменя	387
8.1.2. Потери в процессе солодоращения	387
8.2. Потери при производстве пива	388
8.2.1. Потери в варочном цехе	388
8.2.2. Потери по жидкой фазе	388
8.3. Потери при производстве безалкогольных напитков	391
8.4. Потери при производстве кваса	392
8.5. Потери при розливе минеральных вод	392
Глава 9. Утилизация вторичных сырьевых ресурсов пивоваренного производства	394
9.1. Нормативы образования и сбора вторичных сырьевых ресурсов	394
9.2. Отходы пивоваренного производства	396
9.2.1. Зерновые отходы	396
9.2.2. Сплав зерна	396
9.2.3. Замочная вода	396
9.2.4. Солодовые ростки	398
9.2.5. Пивная дробина	398
9.2.6. Хмелевая дробина	399
9.2.7. Белковый отстой	400
9.2.8. Остаточные пивные дрожжи	400
9.2.9. Диоксид углерода	402
9.3. Комплексная переработка отходов пивоваренного производства	404
Глава 10. Производство этилового спирта и ликероводочных изделий	406
10.1. Производство этилового спирта	406
10.1.1. Сырье спиртового производства	406
10.1.2. Полуфабрикаты спиртового производства	409
10.1.3. Принципиальная технологическая схема производства этилового спирта из крахмалистого сырья	412
10.1.4. Принципиальная технологическая схема производства этилового спирта из мелассы	417
10.1.5. Требования к качеству этилового спирта	419
10.2. Производство водки и ликероводочных изделий	419
10.2.1. Сырье и полуфабрикаты для производства водки и ликероводочных изделий	419
10.2.2. Производство водки	423
10.2.2.1. Технологическая схема производства водки	424
	447

10.2.2.2. Требования к качеству водки	427
10.2.3. Производство ликероводочных изделий	428
10.2.3.1. Ассортимент ликероводочных изделий	428
10.2.3.2. Технологическая схема производства ликероводочных из- делий	428
10.3. Использование отходов спиртового и ликероводочного производств	431
Глава 11. Промышленная экология	433
11.1. Загрязнение атмосферы	434
11.2. Сточные воды пивоваренных предприятий	435
11.2.1. Оценка степени загрязнения сточных вод	435
11.2.2. Требования к качеству воды	437
11.2.3. Состав производственных сточных вод	438
11.2.4. Очистка сточных вод	439
11.2.5. Утилизация ценных веществ сточных вод	441
11.3. Сточные воды предприятий по производству безалкогольных напитков и кваса	442

Учебное издание

Тихомиров Виктор Григорьевич

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВОВАРЕННОГО И БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

Учебник для техникумов

Художественный редактор *В. А. Чуракова*. Технический редактор *Н. Н. Зиновьева*.
Корректор *Г. В. Абатурова*

Лицензия № 010159 от 06.03.97 г.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2;
953000 — книги, брошюры

Сдано в набор 14.10.97. Подписано в печать 27.12.97. Формат 60×88^{1/16}. Бумага офсет-
ная № 1. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,44. Усл. кр.-отт. 27,44.
Уч.-изд. л. 30,60. Изд. № 127. Тираж 2000 экз. Заказ 1307 „С“ № 143.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос»,
107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Типография ОАО «Внешторгиздат»
127576, Москва, Илимская ул., 7



ISBN 5-10-003187-5

