

К.А. Ковалевский

ТЕХНОЛОГИЯ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

*Рекомендовано
Министерством образования и науки Украины
как учебное пособие для студентов
высших учебных заведений*

Киев – 2004

УДК 663.03 (075.8)

ББК 36.87я73

K56

*Рекомендовано
Министерством образования и науки Украины
(письмо № 14/18.2-208 от 30.01.2002 г.)*

Рецензенты:

Слезко Г.Ф., д.т.н, профессор (Херсонский государственный технический университет);

Скороход С.В., директор Научно-производственного южного биотехнологического центра (г. Херсон)

К.А. Ковалевский.

K56 Технология бродильных производств: учебное пособие. – Киев: Фирма “ИНКОС”, 2004. – 340 с.

ISBN 966–8347–07–2

В книге изложены технологические процессы производства солода, ферментных препаратов, этилового спирта, пива, хлебопекарных дрожжей, пищевых органических кислот брожением, ликероводочных изделий, безалкогольных и слабоалкогольных напитков, предусмотренных программой курса «Технология бродильных производств» подготовки бакалавров и специалистов по специальности 7.091704 «Технология бродильных производств и виноделия».

Материалы иллюстрированы технологическими схемами и схематическими рисунками основного технологического оборудования, необходимыми для пояснения сути того или иного технологического процесса получения продуктов бродильных производств. Каждая глава книги заканчивается списком литературных источников для более полного изучения и знакомства читателей с изложенным материалом.

Книга рассчитана как на подготовку студентов стационарного обучения, так и на самостоятельную подготовку студентов заочной и вечерней форм обучения. Книга будет полезна и для работников бродильных производств, специалистов отраслей пищевой промышленности.

ББК 36.87я73

ISBN 966–8347–07–2

© Ковалевский К.А., 2004

© Фирма “ИНКОС”, 2004

© Оформление обложки

Фирма “ИНКОС”, 2003

Введение

Брожением называется процесс глубокого распада сложных органических веществ, главным образом углеводов, на более простые, который происходит под действием ферментов микроорганизмов. Многие виды брожения используют в промышленности: спиртовое, ацетонобутиловое, уксуснокислое, молочнокислое, лимоннокислое и другие. Отрасли производства, основанные на применении различных видов брожения, относятся к бродильной промышленности. Бродильная промышленность включает производства этилового спирта, пива, вина, хлебопекарных дрожжей, ацетона и бутилового спирта, пищевых органических кислот (уксусной, лимонной, молочной), антибиотиков и некоторых других продуктов. В большинстве бродильных производств применяют микроорганизмы для промышленного использования продуктов обмена веществ, получаемых в результате их жизнедеятельности, например производства этилового спирта, пива, вина используются дрожжи; производство лимонной кислоты, применяющее плесневые грибы; производства уксусной, молочной кислот, ацетона и бутилового спирта, использующие бактерии. В указанных производствах основной целью является превращение под действием микроорганизмов субстрата (питательной среды) в необходимые продукты. В других же бродильных производствах, например в производстве хлебопекарных дрожжей, главной задачей является накопление максимального количества культивируемых микроорганизмов.

Производство ферментных препаратов для обеспечения ряда отраслей пищевой и легкой промышленности культивированием определенных групп микроорганизмов, чаще всего плесневых грибов или бактерий, продуцирующих значительное количество ферментов – задача новой ферментной промышленности. К бродильной промышленности также относится производство слабоалкогольных и безалкогольных напитков и ликероводочных изделий. Производство слабоалкогольных напитков (хлебный квас, брага) основано на процессах брожения. Производство безалкогольных напитков и ликероводочных изделий не основаны на процессах брожения, но они используют ферментные препараты при получении плодово-ягодных соков, применяют этиловый спирт и по своему характеру и оборудованию приближаются к бродильному производству.

1. ОСНОВНОЕ СЫРЬЕ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

1.1. *Классификация сырья бродильных производств*

Сырье, перерабатываемое бродильной промышленностью, в особенности спиртовой, разнообразно. До недавнего времени спирт производили только из пищевого сырья: картофеля, свеклы, зерна или отхода свеклосахарного производства – мелассы. В настоящее время значительное количество спирта получают из непищевого сырья (древесина и отходы сульфитно-целлюлозного производства).

Основное сырье пивоваренной промышленности – ячмень. В производстве некоторых сортов пива ячмень частично заменяют рисом и другими зерновыми злаками, а также сахаром. Кроме того для производства пива применяется хмель.

Преобладающее большинство дрожжевых заводов перерабатывают мелассу. Некоторые дрожжевые заводы производят дрожжи из зернового сырья.

По своему химическому составу все виды сырья бродильных производств подразделяются на основные группы (табл. 1.1). Сырьем для многих бродильных производств является вода.

1.1.1. Сахарная свекла

Сахарная свекла относится к группе корнеплодов семейства маревых. Сахарная свекла – растение двухлетнее. В течение первого года развития из семени вырастают корень и листья без цветов и семян. Во втором году из высаженных весной в землю корней вновь вырастают листья, образуются стебли, на которых развиваются цветы и затем созревают семена.

Для производства сахара и спирта применяют исключительно корни первого года развития свеклы. Корень свеклы делится на три части: верхнюю часть – головку, несущую на себе листья; собственно корень; хвостик, т.е. нижнюю часть корня. Корень свеклы состоит из большого количества микроскопически малых клеток различного вида, которые различают:

1. клетки, образующие верхнюю кожуру свеклы (эпидермис) – непроницаемые для влаги, защищающие нежные внутренние клетки от внешних воздействий;

2. клетки, образующие сосудистые пучки, по которым влага из почвы доставляется листьям, а сок из листьев направляется в корень;

3. основная клеточная ткань – паренхима – составляет большую часть свекловичного корня. Эти клетки собирают и сохраняют питательные вещества, получаемые в избытке при росте растения как запас для развития растения в следующем году. Они содержат сахар в клеточном соке. Клетки паренхимы имеют наружную оболочку; внутри клетки расположены ядро, протоплазма и вакуоли. Последние представляют собой полости, в которых находится клеточный сок. В соке растворены сахара и другие вещества.

Таблица 1.1

Классификация сырья бродильных производств

Группа	Сырье	Среднее содержание сбраживаемых веществ, %
Сырье, содержащее сахар	Сахарная свекла Меласса	17-18 45-50
Сырье содержащее крахмал	Картофель Зерновые культуры	17-18 47-50
Сырье, содержащее целлюлозу	Отходы деревообрабатывающей промышленности	-

Средний химический состав сахарной свеклы (%): вода – 75, сухие вещества – 25, в том числе сахара – 17,5, инвертный сахар – 0,1, раффиноза – 0,01-0,03, целлюлоза – 1,2, гемицеллюлоза – 1,1, пектиновые вещества – 2,4, азотистые вещества – около 1.

1.1.2. Меласса

Меласса (кормовая или свеклосахарная патока) – отход свеклосахарного производства. Выход мелассы составляет 3-5 % от количества переработанной свеклы. Средний химический состав мелассы (%): вода – 18-25, сухие вещества – 75-82, в том числе сахара – 45-50, инвертный сахар – около 1, раффиноза – около 1-2, несбраживаемые вещества (несахара) – 35-40.

Натуральная меласса благодаря высокому содержанию сахарозы стойка при хранении и не бродит, микроорганизмы находятся в ней в недействительном состоянии. Микрофлора мелассы состоит из диких дрожжей, дрожжеподобных грибков (торула) и бактерий: лейконостоков, диких молочнокислых и уксуснокислых бактерий и др.

1.1.3. Картофель

Картофель – распространенное сырье спиртового производства. На ряде спиртовых заводов картофель подвергают комбинированной переработке на спирт и крахмал.

Картофель относится к группе клубнеплодов. Клубни картофеля снаружи покрыты кожурой (эпидермисом). Кожура имеет небольшие углубления, внутри которых находятся почки (глазки). Под кожурой находится тонкий пробковый слой клеток, защищающих клубень от потерь влаги. Клубень состоит из отдельных клеток неправильной формы. Клетки, находящиеся непосредственно под пробковым слоем, состоят из белковых веществ и не содержат крахмала. По мере приближения к середине клубня содержание крахмала в клетках увеличивается. Крахмал в клетках находится в виде зерен, которые у различных культур имеют различную форму. Крахмальные зерна картофеля состоят из слоев, имеющих вид эксцентричных окружностей.

Химический состав картофеля непостоянен, он зависит от сорта, условий произрастания, характера удобрений и других причин. Средний химический состав картофеля (%): вода – 75; сухие вещества – 25, в том числе безазотистые экстрактивные вещества – 20,8; азотистые вещества – 2,0, клетчатка – 1, минеральные вещества – 1,0, другие вещества – 0,2.

Основную часть безазотистых экстрактивных веществ составляет крахмал, содержание которого в картофеле главным образом зависит от его сорта. Раннеспелые столовые сорта содержат 12-15% крахмала, среднеспелые – 15-18%. Сахара в картофеле менее 1%. Крахмал и сахар являются исходными веществами при получении спирта.

Технические сорта картофеля, перерабатываемые спиртовыми заводами и характеризующиеся высоким содержанием крахмала, делятся на три основные группы: 1) ранние ракоустойчивые: Октябренок, Царниковский, Бородянский и др.; 2) среднеспелые ракоустойчивые: Победа, Катюша, Придеснянский и др.; 3) позднеспелые ракоустойчивые: Остботе, Минский, Икар, Воловецкий, Древлянка, Зарево и др.

1.1.4. Зерновые культуры

Зерновые культуры занимают значительный удельный вес среди сырья бродильных производств. В пивоваренной промышленности ячмень является основным сырьем. В спиртовой промышленности перерабатывают кукурузу, ячмень, овес, просо, рожь.

Различные зерновые культуры могут иметь различную форму, но состоят из одинаковых анатомических частей. Если зерно, например ячменя разрезать вдоль, то можно различить оболочку, мучнистое тело (эндосперм) и зародыш. Снаружи зерно покрыто прочной мякинной оболочкой, под которой находятся сросшиеся между собой плодовая и семенная оболочки. Непосредственно под оболочками находится слой крупных толстостенных клеток, которые содержат белковые вещества, жир и минеральные вещества. Этот слой называется алейроновым. Основная масса зерна приходится на мучнистое тело, состоящее из отдельных клеток, внутри которых находятся крахмальные зерна и некоторое количество белков. Содержание крахмала увеличивается по мере удаления от алейронового слоя. Эндосперм служит источником питательных веществ, необходимых зародышу при его развитии. Сбоку у нижнего конца зерна расположен зародыш, из которого развивается растение: корешки, стебли и листья.

Таблица 1.2

Химический состав зерновых культур

Культура	Безазотистые экстрактивные вещества, %	Азотистые вещества, %	Жир, %	Клетчатка, %	Минеральные вещества, %	Крахмалистость, %	Вода, %
Ячмень	65,7	11,8	2,3	4,4	2,8	46,0	12,0
Кукуруза	69,2	10,6	4,3	2,0	1,4	51,3	13,5
Овес	58,5	10,9	4,7	9,5	3,4	36,9	13,0
Просо	59,0	11,3	4,2	8,9	3,6	45,9	13
Рожь	68,3	12,5	2,1	2,2	1,9	47,9	13

Между эндоспермом и зародышем находится слой клеток, называемый щитком. В клетках щитка находятся витамины и здесь во время прорастания зерна в первую очередь проявляют свое действие ферменты. Щиток передает питательные вещества от эндосперма к зародышу. Из безазотистых экстрактивных веществ основную ценность в бродильных производствах представляют углеводы: крахмал, сахара, декстриноподобные вещества. Под действием ферментов солода и дрожжей эти вещества превращаются в спирт.

Хранение растительного сырья должно обеспечить его сохранность на период использования в производстве, не допускать его порчи и потерь ценных веществ. В зависимости от состава сырья и его морфологических особенностей применяют различные способы

хранения: в буртах, кагатах, зернохранилищах и др. Корни свеклы, клубни картофеля, зерна злаков при хранении проявляют жизнедеятельность. Дыхание является основным биохимическим процессом. При дыхании происходит ферментативное разложение углеводов, содержащихся в сырье. Небольшое количество крахмала в зерне или картофеле превращается в глюкозу, а часть сахарозы в сахарной свекле – в инвертный сахар, смесь глюкозы и фруктозы. Учитывая эти процессы, и выбирают методы хранения и соответствующие параметры.

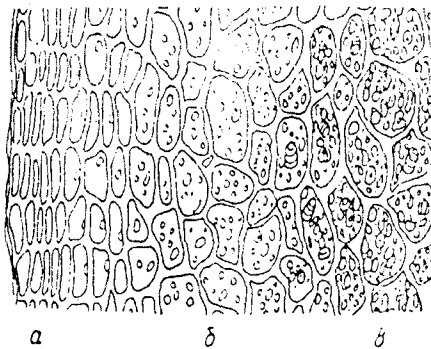


Рис. 1.1. Строение клубня картофеля:

а – клетки, не содержащие крахмала;
б – клетки, содержащие небольшое количество крахмала; *в* – клетки, наполненные крахмальными зёрнами.

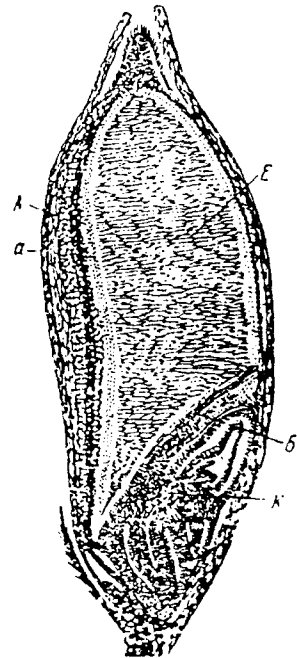


Рис. 1.2. Строение ячменного зёрна:

а – оболочка; *А* – слой крупных толстостенных клеток (алеиновый слой); *Б* – мучнистое тело (эндосперм); *В* – зародыш; *Г* – щиток.

1.1.5. Хмель

Хмель применяют при производстве пива и браги для придания напиткам специфического аромата и горького вкуса, а также для повышения их стойкости при хранении. Хмель – это многолетнее

выращиваемое растение. В СНГ хмель культивируют в некоторых областях Украины, Российской Федерации и Казахстане.

В пивоварении используют женские соцветия хмеля – шишки. Шишки состоят из 40-60 прилистников и кроющих листков, которые расположены вокруг стебля. У созревшего хмеля стебель и внутренняя часть листьев покрыты блестящими мелкими зернышками желто-зеленого цвета, которые называются лупулином. Лупулин содержит в себе те ценные составные части, которые придают пиву аромат, горечь, повышают его стойкость при хранении, способствуют образованию стойкой пены.

Химический состав хмеля. К ценным для пивоварения составным частям хмеля относятся горькие, ароматические и дубильные вещества. В состав веществ входят α - и β -горькие кислоты, α - и β -мягкие смолы и γ -твердые смолы. Содержание горьких веществ в хмеле колеблется от 10 до 20%. Горькие кислоты и мягкие смолы придают пиву специфическую приятную горечь и препятствуют развитию микроорганизмов. Твердые смолы имеют небольшую очень грубую и неприятную горечь. В воде твердые смолы нерастворимы. При длительном хранении хмеля горькие кислоты превращаются в мягкие смолы, а затем – в твердые смолы и, следовательно, качество хмеля ухудшается.

Аромат пиву придает хмелевое эфирное масло, которого в хмеле содержится 0,2-0,6%. При кипячении суслу с хмелем большая часть масла улетучивается, однако того незначительного количества, которое остается, достаточно, чтобы придать пиву характерный аромат.

Хмель содержит 2-6% дубильных веществ. При кипячении суслу с хмелем дубильные вещества вступают в реакцию с белковыми веществами и способствуют лучшему их осаждению. Остальные составные части хмеля: пектиновые вещества, жир, безазотистые экстрактивные вещества, целлюлоза, минеральные вещества и другие – являются общими для всех растений и не имеют высокого значения для производства пива.

1.1.6. Вода

Вода в бродильных производствах имеет большое значение. Она употребляется во многих технологических процессах: для приготовления солода, суслу, варки сырья, рассиропки мелассы. Вода является составной частью безалкогольных напитков и ликероводочных

изделий. Вода применяется для мойки аппаратуры, бутылок и бочек и для охлаждения.

Производственная вода должна отвечать тем требованиям, которые предъявляются ГОСТом к питьевой воде. Она должна быть свободной от механических примесей, бесцветной, не иметь привкуса или запаха, не заражена микроорганизмами. Большое значение имеет химический состав воды, особенно в производстве пива и других напитков. Соли, растворенные в воде, влияют на вкус воды, а следовательно, и напитков и на ферментативные процессы при затирации.

При наличии воды, которая не соответствует требованиям ГОСТа к питьевой воде, ее умягчают известными способами.

Литература

1. Климовский Д.Н., Смирнов В.А., Стабников В.Н. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – С. 11-36.
2. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Челелева А.С. Технология бродильных производств. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 3-39.
3. Халаим А.Ф. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – С. 3-26.
4. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Технология спиртового и ликероводочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 280 с.
5. Чукмасова М.А., Рудольф В.В.. Технология пива и безалкогольных напитков. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – С. 8-45.
6. Чукмасова М.А., Шкоп Я.Ф. Технология и оборудование пивоваренного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С. 8-33.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАЗЛИЧНЫХ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Все процессы бродительной промышленности основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов для накопления в сбраживаемой среде определенных веществ – продуктов обмена. В бродительных производствах применяют дрожжи, плесневые грибы и бактерии для проведения ферментативных процессов, из которых наиболее важным является процесс брожения.

Большинство бродительных производств используют дрожжи. Их применяют для получения этилового спирта в сбраживаемой среде в спиртовом и пивоваренном производствах, а также в производстве слабоалкогольных напитков (квас, брага), в виноделии. В некоторых производствах в качестве возбудителей брожения используют плесневые грибы или бактерии. Общность технологических процессов предопределяет применение в ряде случаев однотипных или мало отличающихся друг от друга видов оборудования и средств механизации.

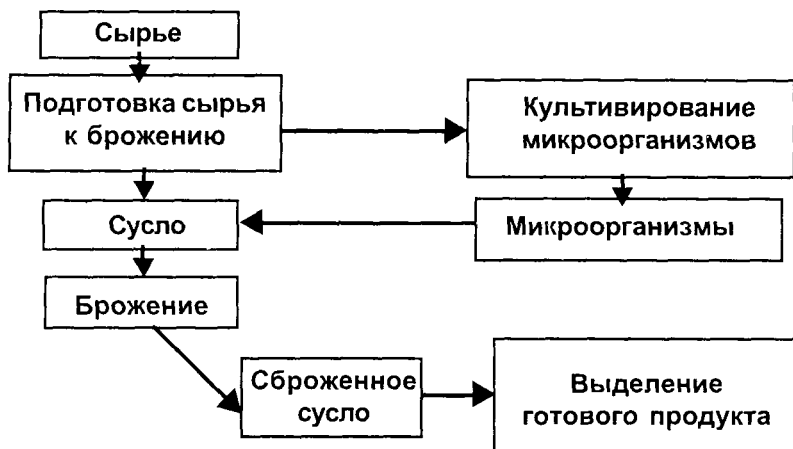
Технологическая схема каждого бродительного производства построена таким образом, чтобы обеспечить наибольший выход и высокое качество получаемого продукта. В технологических схемах различных бродительных производств имеется ряд общих технологических процессов, а также процессы, характерные только для данного производства. Общими процессами для каждого бродительного производства являются подготовка сырья и вспомогательных материалов к брожению, культивирование микроорганизмов и брожение. Однако в каждом бродительном производстве эти процессы осуществляются по-разному.

Подготовка сахаросодержащего сырья, например мелассы, к брожению в спиртовом производстве заключается в ее обработке антисептиками для ослабления воздействия вредной микрофлоры, добавлении питательных веществ и разбавлении водой; в производстве лимонной кислоты мелассу разбавляют водой, стерилизуют кипячением и добавляют необходимые питательные вещества. К более сложным процессам относится подготовка крахмалосодержащего сырья. При переработке такого сырья необходимо осахарить крахмал, что производят солодом или плесневыми грибами. Раствор, подготовленный к брожению, называется суслом. В качестве возбудителя брожения в

спиртовом и пивоваренном производствах используют дрожжи, в производстве молочной кислоты – молочнокислые бактерии, для получения лимонной кислоты – плесневые грибы (*Аспергиллус нигер*).

Каждое предприятие бродильной промышленности получает из соответствующих отраслевых институтов или выводит у себя в лаборатории чистую культуру микроорганизмов. Эту культуру размножают в лабораторных, а затем в заводских условиях. Постепенно увеличивая количество питательной среды, достигают такой концентрации микроорганизмов, которая необходима для производственного процесса брожения. Размножившиеся микроорганизмы добавляют в сусло. Происходит процесс брожения, в результате которого образуются ценные вещества, например этиловый спирт (спиртовое брожение), лимонная кислота (лимоннокислое брожение), молочная кислота (молочнокислое брожение) и др.

Во многих бродильных производствах (этилового спирта, хлебопекарных дрожжей, молочной кислоты, лимонной кислоты) по окончании брожения сброженный раствор специально обрабатывают для выделения полученного продукта в чистом виде. Так, в спиртовом производстве спирт выделяют перегонкой (ректификацией); молочную и лимонную кислоты выделяют из сброженных растворов кристаллизацией. Хлебопекарные дрожжи выделяют под действием центробежных сил на центрифугах, а затем на фильтрах. В других бродильных производствах (пива, вина, браги, кваса) сброженный раствор является готовым продуктом. По окончании брожения пиво разливают в бочки и бутылки, перед розливом его фильтруют. Общая схема бродильных производств:



Технологические процессы в бродильных производствах могут осуществляться периодически или непрерывно. Периодический процесс характеризуется тем, что параметры обрабатываемого продукта (температура, давление, концентрация и др.), находящегося в аппарате, изменяются в ходе процесса.

Непрерывный процесс происходит при непрерывном продвижении продукта в аппарате, параметры обрабатываемого продукта устанавливаются постоянными. Например, при периодическом процессе спиртовое брожение производят в чанах (резервуарах), каждый из которых работает самостоятельно. Чан заполняют суслом, добавляют дрожжи, происходит брожение, сброженный раствор (бражку) спускают из бродильного чана, моют его и снова цикл повторяется. При непрерывном брожении чаны соединяют переточными трубами в батарею. В первый резервуар батареи (чан) непрерывно поступают сусло и дрожжи, жидкость перетекает из одного резервуара в последующий, происходит брожение и из последнего резервуара вытекает сброженный раствор. Сусло находится в состоянии непрерывного движения, концентрация сухих веществ и спирта в каждом резервуаре постоянная.

Непрерывные процессы являются более эффективными, чем периодические. В настоящее время все крупные предприятия используют в основном непрерывные технологические процессы.

2.1. Схема производства солода

Солодом называется зерно, искусственно пророщенное в специальных условиях. При прорастивании в зерне образуются амилолитические, а также протеолитические и другие ферменты. Они необходимы в производстве этилового спирта из крахмалосодержащего сырья, в производстве пива и хлебного кваса для осахаривания крахмала, разложения белков и других составных частей зерна. Солод получают из различных культур зерна. В пивоваренном производстве применяют, как правило, только ячменный солод, в спиртовом – смесь солодов ячменного, овсяного и просяного, в производстве хлебного кваса – ржаной и ячменный солод.

Для получения солода зерно очищают от примесей, замачивают и прорастивают. Продукт, полученный в результате прорастивания зерна, называется зеленым солодом. В спиртовом производстве зеленый солод измельчают и смешивают с водой. Полученная смесь называется солодовым молоком и применяется для осахаривания крахмала. На рис. 2.1 показана схема очистки зерна. Из приемных бункеров 1 зерно

ленточным транспортером 2 подают к норией 3, поднимают и подают в бункер 4. Из бункера зерно поступает на автоматические весы 5 и затем на сепаратор 6, где отделяют пыль и другие примеси, отличающиеся от зерна своими размерами по ширине и толщине. Очищенное зерно взвешивают на весах 7 и направляют в бункер 8, откуда норией 3 подают через распределительный транспортер 15 для хранения в силосы 16. При поступлении зерна для производства солода его вторично очищают. Зерно из силосов транспортером 17 и норией 3 подают через бункер 4 на сепаратор 9, магнитные аппараты 10, триеры 11 и сортирующие сита 12. Магнитный аппарат отделяет от зерна ферромагнитные примеси (гвозди, болты, гайки и др.). Триер отделяет от зерна примеси, отличающиеся от него длиной. На сортировочных ситах зерно разделяют по размерам на два сорта (крупное и мелкое). Сортированное зерно взвешивают на автоматических весах 13 и подают в бункеры 14, из которых оно поступает для приготовления солода в солодовню. Данная схема позволяет проветривать зерно при хранении. Для этого из силосов зерно поступает на ленточный транспортер 17 и затем норией 3 его поднимают и возвращают в силос.

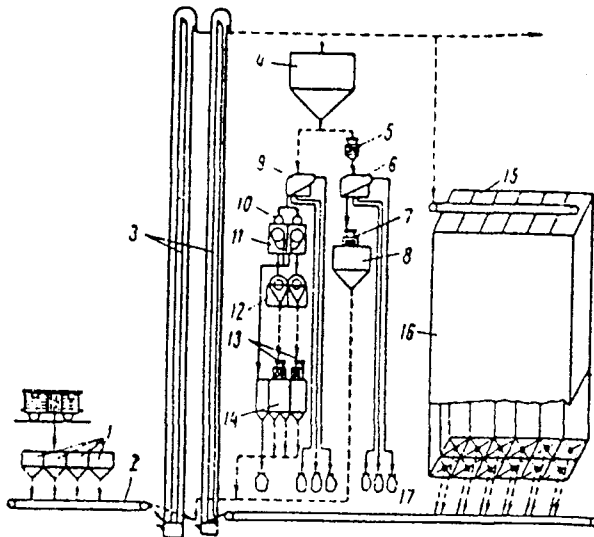


Рис. 2.1. Схема очистки зерна для производства солода

Производство сухого ячменного солода состоит из следующих операций: 1) замачивание зерна, 2) проращивание зерна, 3) сушка зеленого солода.

Технологическая схема производства сухого ячменного солода показана на рис. 2.2. Очищенный ячмень замачивают в замочных чанах 1; насосом 2 смесь замоченного зерна и воды перекачивают на сита растительных ящиков 3. Воду через сита отводят в канализацию, а зерно проращивают в течение 6-8 суток. Проращивание зерна можно также вести на току (током называется пол, на котором проращивается зерно) и в барабанах.

Полученный зеленый солод поступает на солодосушилку 4, где его высушивают до влажности 2-3,5%. Сухой солод норией 5 подают в бункер сухого солода 6, а из него для отделения ростков в росткоотбивную машину 7. Ростки очень гигроскопичны, имеют горький вкус и поэтому их нужно удалить. Затем солод, освобожденный от ростков, направляют в бункер 8, взвешивают на автоматических весах 9 и подают на склад для хранения. Ростки, собранные в бункере 10, затаривают в мешки 11. Ростки используют для корма скота и приготовления водных вытяжек и товарных экстрактов, предназначенных для азотистого питания при выращивании микроорганизмов.

В производстве хлебного кваса применяют сухой ячменный солод и сухой ржаной ферментированный (томленный) и не ферментированный солод. Ферментированный ржаной солод получают замачиванием ржи, проращиванием, ферментацией (выдержка зеленого солода в кучах на току, в ящиках или барабанах в течение 4-5 суток) и сушкой.

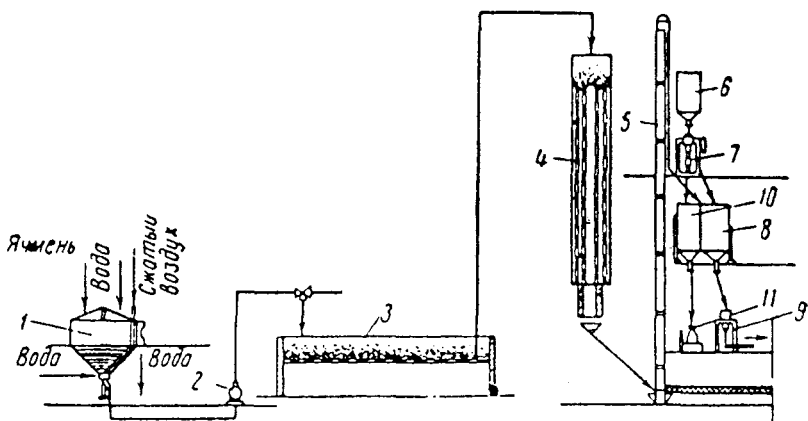


Рис. 2.2. Схема производства солода

2.2. Схемы производства этилового спирта

Этиловый спирт для пищевых целей получают из сахаросодержащего (меласса, сахарна свекла, тростниковый сахар-сырец) и крахмалистого (зерно, картофель) сырья.

Производство спирта из мелассы состоит из следующих операций: 1) антисептирование и рассиропка мелассы, 2) размножение дрожжей, 3) брожение мелассных рассиропок, 4) перегонка бражки на спирт-сырец, 5) ректификация спирта-сырца.

В настоящее время большинство спиртовых заводов получают спирт из мелассы по однопоточной схеме (рис. 2.3). Мелассу из бака 1 перекачивают насосом 2 на весы 3, а затем в чаны суточного запаса мелассы 4. В этих чанах для ослабления микрофлоры мелассы производят ее антисептирование. Для этого добавляют к мелассе соляную или серную кислоту. После антисептирования мелассу разбавляют водой в рассиропнике 5 до содержания сухих веществ 22-25%. Разбавленную мелассу – рассиропку направляют для размножения дрожжей в дрожжевые аппараты – дрожжегенераторы 6. Из дрожжегенераторов рассиропка, в которой размножились дрожжи, поступает в батарею 7 из 10-12 бродильных чанов. В бродильной батарее происходит процесс спиртового брожения; сахара мелассы под воздействием ферментов дрожжей превращается в этиловый спирт и углекислый газ. Сброженный раствор содержит 9-9,5 об. % спирта и называется зрелой бражкой. Углекислый газ, выделяющийся при брожении, увлекает с собой некоторое количество паров спирта, для улавливания которых устанавливают спиртоловушку 8. Полученный водно-спиртовый раствор поступает через фонарь 9 в последний чан бродильной батареи.

Спирт более летуч, чем вода. На этом основано отделение воды и других примесей от спирта. Зрелую бражку перегоняют и получают сырой спирт (спирт-сырец), подлежащий очистке методом ректификации. Остаток от перегонки – барда используется для корма скота. Чаще на современных спиртовых заводах бражка поступает в брагоректификационный аппарат для непосредственного получения готового продукта – ректифицированного спирта.

Получение спирта из крахмалосодержащего сырья требует предварительного осахаривания крахмала амилολитическими ферментами солода или ферментным препаратом плесневых грибов.

Производство спирта из крахмалосодержащего сырья состоит из следующих операций: 1) подготовки сырья к развариванию, 2) раз-

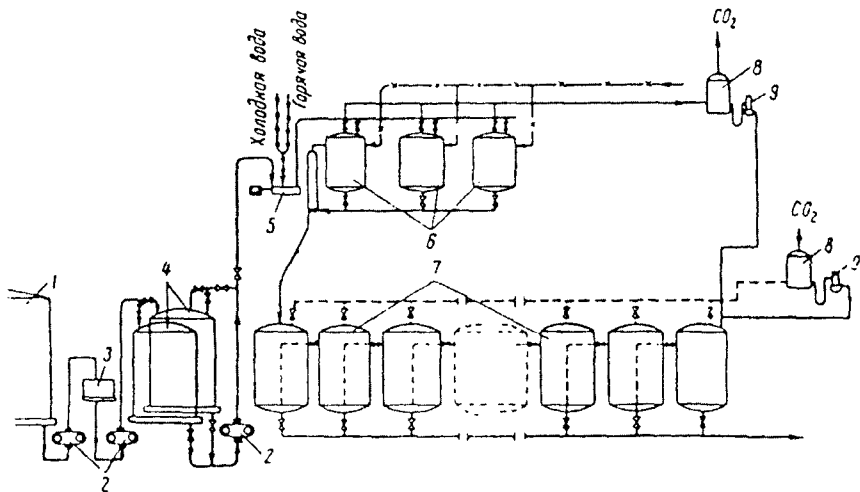


Рис. 2.3. Однопоточная схема переработки мелассы на спирт:

1 – бак хранения мелассы; 2 – насос шестеренчатый; 3 – весы; 4 – сборник мелассы; 5 – рассиропник; 6 – дрожжегенераторы; 7 – бродильная батарея; 8 – спиртоловушка; 9 – фонарь.

варивание сырья, 3) осахаривание разваренной массы, 4) размножение дрожжей, 5) брожение осахаренной массы, 6) перегонка бражки.

Зерно поднимают норией 1 (рис. 2.4) в сепаратор 2, где отделяют примеси. Очищенное зерно подают в бункер 3, взвешивают на автоматических весах 4, измельчают на вальцевом станке 5 и через бункер 6 направляют в чан-смеситель 7, в котором смешивают с водой. Картофель после отделения камней и соломы, отмывания от грязи поднимают элеватором 8, взвешивают на автоматических весах 9 и подают в бункер 10.

Из бункера через питатель 11 картофель поступает для измельчения в дробилку 12. Полученную картофельную кашку направляют в чан 13. Замес (смесь измельченного зерна с водой) или картофельную кашку насосом 14 подают через подогреватель 15 в непрерывнодействующий варочный аппарат 16. При разваривании нерастворимый крахмал превращается в растворимый.

Разваренную массу направляют в паровой сепаратор 17, где вследствие самоиспарения масса охлаждается до 105°C и из нее выделяется вторичный пар (экстрапар), который используется для нагрева измельченного сырья в подогревателе. Разваренная масса из паросепаратора поступает в осахариватель первой степени 20. Осахарива-

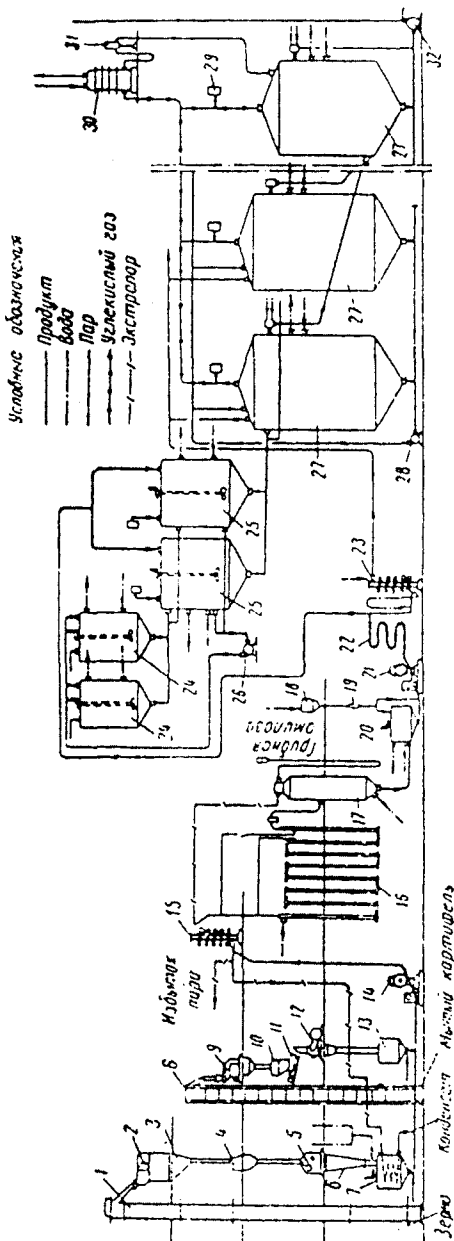


Рис. 2.4. Схема непрерывного производства спирта из зернокартофельного сырья

ние производят ферментным раствором или солодовым молоком. При осахаривании крахмал превращается в мальтозу и декстрины. Ферментный раствор или солодовое молоко прибавляют из чанка 18 через дозатор 19 в два приема: одна часть поступает в осахариватель первой ступени, другая – во всасывающий трубопровод перед насосом 21, подающим осахаренную массу в осахариватель второй ступени 22. Из осахаривателя второй ступени осахаренная масса поступает для охлаждения в теплообменник 23 и затем в бродильную батарею.

Часть осахаренной массы поступает для размножения дрожжей в дрожжевые аппараты 24 и возбуждители 25. Насосом 26 массу из возбуждителя откачивают в дрожжевые аппараты. Дрожжи из возбуждителя и осахаренная масса поступают в первый чан бродильной батареи 27 и проходят через все бродильные чаны. В

процессе брожения мальтоза под действием ферментов дрожжей превращается в спирт и углекислый газ; содержащиеся в осахаренной массе декстрины превращаются в мальтозу, которая также сбраживается.

Зрелую бражку из последнего бродильного чана направляют насосом 32 на перегонку. Углекислый газ, выделяющийся при брожении, направляют в спиртовую ловушку 30 для улавливания паров спирта; полученную водно-спиртовую жидкость через фонарь 31 направляют в последний чан бродильной батареи. При стерилизации для освобождения бродильных чанов от бродящей массы устанавливают насос 28.

Бродильные чаны снабжены гидравлическими затворами, предохраняющими чаны от взрыва в случае превышения давления.

2.3. Схема производства пива

Производство пива из сухого солода состоит из следующих операций: 1) очистка и дробление солода, 2) приготовление сусла, 3) брожение сусла, 4) дображивание пива, 5) фильтрование и розлив пива.

Ячменный сухой солод после хранения содержит некоторое количество пыли, остатков ростков, случайно попавших металлических предметов и других примесей. Поэтому отлежавшийся солод очищают. Солод со склада транспортируют (рис. 2.5) в бункер 1, а из него для отделения пыли и других примесей подают на полировочную машину 2. После очистки солод поднимают норией, пропускают через магнитный аппарат 4 для отделения ферромагнитных примесей, взвешивают на автоматических весах 5 и направляют в дробилку 6. Из бункера 7 дробленый солод поступает на приготовление сусла, которое производят в варочных агрегатах. Наиболее часто устанавливают четырехаппаратные варочные агрегаты: два заторных котла, фильтрационный чан (или фильтр-пресс), сусоварочный котел. В одном из заторных котлов 8а дробленый солод смешивают с водой; полученная смесь называется затором. Часть затора, так называемую отварку, перекачивают насосом 9 в другой, рядом стоящий заторный котел 8б. В котле 8б отварку нагревают для осахаривания, кипятят и после этого перекачивают в котел 8а. Затем часть затора (вторая отварка) снова перекачивают в котел 8б, нагревают, кипятят и возвращают в котел 8а. В процессе затирания примерно 75% крахмала превращается в мальтозу и 25% – в декстрины. Полученный затор фильтруют в фильтрационном чане 10. При фильтрации затор разделяется на две части: жидкую – сусло и не-

растворимую – солодовую дробину. Последнюю используют для корма скота. Сусло поступает в сусловарочный котел 11, где его кипятят с хмелем и выпаривают до определенного содержания сухих веществ. Затем сусло направляют для отделения хмелевой дробины в хмелеотделитель 12, перекачивают насосом 13 в сборник 14, из которого сусло поступает для отделения мути в сепаратор 15 и для охлаждения – в теплообменник 16.

Охлажденное сусло поступает на брожение, которое в пивоваренном производстве проводят в две стадии: главное брожение и дображивание. Главное брожение происходит в бродильных чанах 17.

В качестве возбудителей брожения добавляют дрожжи чистой культуры из аппарата для размножения дрожжей 18 или повторно используют дрожжи из сборника 19.

При главном брожении мальтоза, содержащаяся в сусле, под действием ферментов дрожжей превращается в этиловый спирт и углекислый газ. По окончании главного брожения получают молодое (зеленое) пиво. Его перекачивают насосом 20 для дображивания в лагерные танки 21. Во время дображивания происходит медленное сбраживание оставшихся сахаров, насыщение углекислотой, осветление и созревание пива. Готовое пиво из лагерных танков насосом 22 перекачивают для осветления в сепаратор 23, фильтруют в фильтр-прессе 24, охлаждают в охладителе 25, направляют в сборник фильтрованного пива 26 и затем разливают в бочки и бутылки.

2.4. Схема производства ликероводочных изделий

Ликероводочные заводы выпускают водку и ликероводочные изделия. Водкой называется крепкий алкогольный напиток, приготовленный смешиванием этилового спирта с водой с последующей обработкой полученной водно-спиртовой смеси. При приготовлении «Московской особой» водки вносят уксусную кислоту и двууглекислый натрий, из которых образуется уксуснокислый натрий, при приготовлении «Столичной» водки вносят сахар.

Ликероналивочные изделия – это крепкие алкогольные напитки, содержащие, кроме спирта, сахар, лимонную кислоту, ароматические, вкусовые и красящие вещества.

Производство водки состоит из следующих операций: 1) приемка спирта, 2) исправление (умячение) воды, 3) приготовление водно-спиртовой смеси (сортировка), 4) фильтрация водно-спиртовой

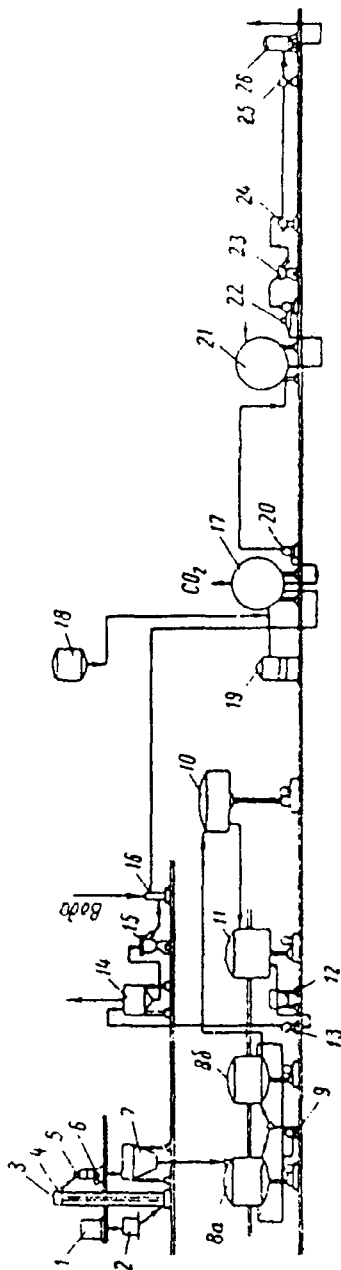


Рис. 2.5. Аппаратурно-технологическая схема производства пива:

1 – бункер солода; 2 – полировочная машина; 3 – нория; 4 – магнитный аппарат; 5 – весы автоматические; 6 – дробилка; 7 – бункер дробленного солода; 8а и 8б – заторные котлы; 9 – насос отварки; 10 – фильтрционный чан; 11 – сусловарочный котел; 12 – хмелеотделитель; 13 – насос; 14 – сборник; 15 – насос; 16 – сепаратор сусле; 17 – теплообменник; 18 – бродильные чаны; 19 – аппарат чистой культуры дрожжей; 20 – сборник дрожжей; 21 – насос зеленого пива; 22 – лагерные чаны; 23 – насос готового пива; 24 – сепаратор; 25 – фильтр-пресс; 26 – сборник фильтрованного пива.

смеси, 5) обработка водно-спиртовой смеси активным углем и повторная фильтрация, 6) доведение водки до стандартной крепости, 7) розлив водки. Спирт-ректификат, поступающий на приготовление водки, принимают по объему через мерники 1 и 2 (рис. 2.6.). Вода, применяемая для приготовления водки, должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Кроме того, общая жесткость воды не должна превышать 1,6 мг-экв/л (4,5°), временная жесткость – 0,356 мг-экв/л (1°). Если жесткость выше указанного предела, то ее направляют на исправление, т.е. на понижение жесткости. После умягчения вода поступает в мерник воды 3. Для приготовления водки готовится также раствор двууглекислого натрия и уксусной кислоты в чанке 4.

Смешивание спирта с водой и раствором уксусной кислоты с двууглекислым натрием производят в сортировочном чане 5. Полученный водно-спиртовой раствор называется сортировкой. Полученную сортировку направляют насосом 13 в напорный сборник 6, затем фильтруют через кварцевый песок в песочном фильтре 7. Затем сортировку обрабатывают в колонке 8 активным углем. Последний адсорбирует некоторые примеси, которые придают сортировке неприятный вкус и аромат. После обработки активным углем полученную водку повторно фильтруют для отделения мельчайших примесей на фильтрах 9. Профильтрованная водка поступает в доводные чаны 10, где ее перемешивают и проверяют крепость. При отклонении крепости от установленной (40,5 или 56 об.% спирта) ее следует довести до требуемой крепости добавлением спирта или воды, что производится с помощью мерников 11 исправленной воды и 12 – спирта. Приготовленную водку из доводных чанов направляют на контрольную фильтрацию и розлив в бутылки.

Ликероналивочные изделия готовят в строгом соответствии с рецептурой, в которой указано, какие составные части и в каких количествах должны быть взяты для приготовления данного изделия. Производство ликероналивочных изделий состоит из трех последовательных стадий: 1) приготовление полуфабрикатов, 2) смешивание составных частей изделия, 3) отстаивание, фильтрование и расфасовка изделия.

Часть ликеров выдерживают (старение) в течение нескольких месяцев, затем их фильтруют и передают на розлив. Рецептурой предусмотрено, что в состав всех ликероналивочных изделий входят спирт и вода, а также в большинство из них и сахар. Кроме того, в ликероналивочные изделия входят ароматические, вкусовые и красящие вещества. Эти вещества содержатся в изделиях в небольших коли-

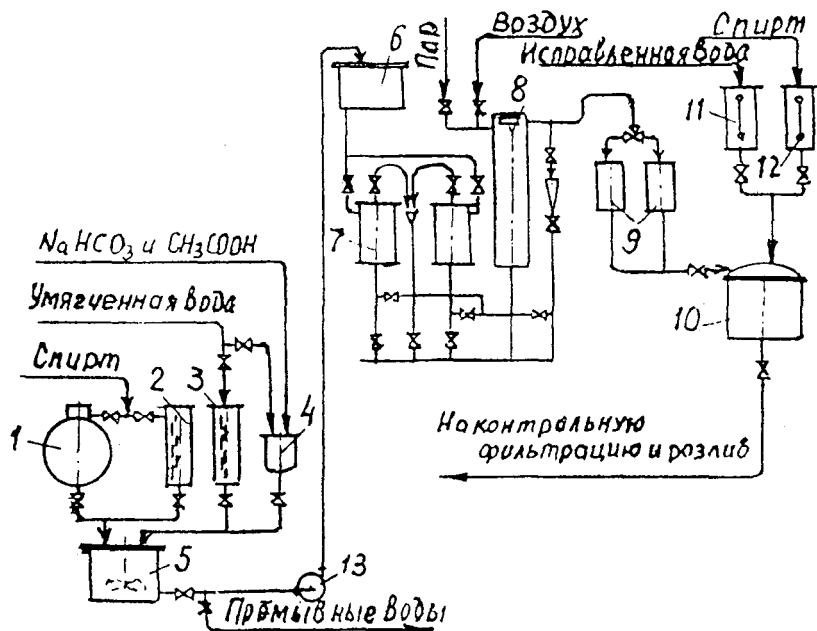


Рис. 2.6. Схема производства водки:

1, 2 – мерники спирта; 3 – мерник исправленной воды; 4 – чанок для приготовления раствора двууглекислого натрия и уксусной кислоты; 5 – сортировочный чан; 6 – напорный чан сортировки; 7 – песочные фильтры; 8 – колонка для обработки сортировки активным углем; 9 – фильтры для повторной фильтрации сортировки; 10 – доводной чан; 11 – мерник исправленной воды; 12 – мерник спирта; 13 – насос для перекачки сортировки.

чествах и придают характерный вкус, аромат и цвет. Такие вещества вводят в изделия в виде продуктов переработки растительного сырья, которые для ликероналивочного производства являются полуфабрикатами. Применяют следующие виды полуфабрикатов, получаемых из растительного сырья: спиртованные соки, морсы, настои, ароматные спирты.

Спиртованные соки получают извлечением натурального сока из свежего плодово-ягодного сырья с последующим их консервированием спиртом-ректификатом.

Спиртованные морсы представляют собой водно-спиртовые вытяжки из свежего или сушеного плодово-ягодного сырья. Приготовление спиртованных соков и морсов производят в специальных соко-морсовых заводах. Спиртованные настои – это водно-спиртовые вытяжки из

эфиро-масличного и неароматического сырья. Ароматные спирты – это продукты отгонки с водно-спиртовыми парами летучих веществ, содержащихся в растительном сырье.

Производство ликероводочных изделий осуществляется следующим образом (рис. 2.7). Привозные спиртованные соки и морсы взвешивают на весах 1 и затем через воронку 2 сливают в отстойные сливные чаны 3 и 4. Из этих чанов спиртованные соки и спиртованные морсы перекачивают в напорные сборники 5 и 6. Сахар взвешивают на весах 7 и подают на приготовление сахарного сиропа в сироповарочный котел 8. Приготовленный сахарный сироп перекачивают насосом 9 для

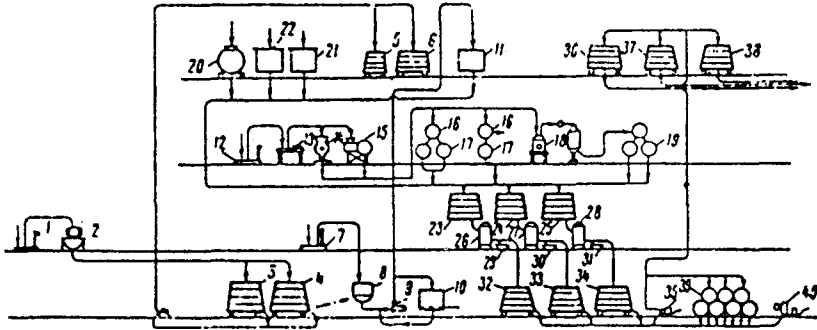


Рис. 2.7. Схема производства ликероводочных изделий:

1 – весы; 2 – воронка сливная; 3, 4 – чаны сливные и отстойные; 5, 6 – напорные сборники; 7 – весы; 8 – котел сироповарочный; 9 – насос сиропа; 10 – холодильник; 11 – напорный сборник сиропа; 12 – весы; 13 – стол сортировочный; 14 – корнедробилка; 15 – траворезка; 16 – настольные чаны; 17 – сборники настоев; 18 – аппарат приготовления ароматных спиртов; 19 – сборники ароматных спиртов; 20, 21, 22 – мерники спирта-ректификата, водно-спиртовой смеси, исправленной воды; 23-25 – кулажные чаны; 26-28 – фильтры; 29-31 – приемные чаны; 32-34 – сборники готовых изделий; 35 – насос; 36-38 – напорные мерники; 39 – бочки для выдержки ликеров; 40 – насос ликеров.

охлаждения в холодильник 10, а из него тем же насосом в напорный сборник сиропа 11.

Сырье, поступающее для приготовления спиртованных настоев и ароматных спиртов, взвешивают на весах 12, сортируют на сортировочном столе 13, а затем измельчают, в зависимости от вида сырья, на корнедробилке 14 или траворезке 15. Измельченное сырье загружают в настольные чаны 16 или в аппарат для приготовления ароматного спирта 18. Полученные спиртованные настои сливают в сборники 17, а ароматные спирты – в сборники 19.

Приготовленные полуфабрикаты из растительного сырья и другие составные части изделия смешивают. Полученная смесь называется купажем, а процесс смешивания полуфабрикатов – составлением купажа или купажированием. Купажирование производят в купажных чанах 23-25. Необходимые для приготовления изделия: спирт-ректификат – из мерника 20, водно-спиртовая смесь – из мерника 21, исправленная вода – из мерника 22.

Полученный купаж отстаивают и фильтруют на фильтрах 26-28. Профильтрованные изделия поступают в приемники 29-31, а из них – в сборники готовых изделий 32-34. Из этих сборников изделия насосом 35 подают в напорные мерники готовых изделий 36-38, а затем на розлив. Ликеры, направленные на старение, подают в дубовые бочки 39. После выдержки насосом 40 их подают в купажные чаны и до поступления на розлив подвергают тем же операциям, что и другие ликероналивочные изделия.

2.5. Схема производства газированных безалкогольных напитков

Газированные безалкогольные напитки представляют собой насыщенные углекислотой водные растворы плодово-ягодных соков, настоев цитрусовых плодов, сахара, пищевых кислот, красителей и других составных частей.

Безалкогольные напитки, как и ликероналивочные изделия, выпускают в строгом соответствии с установленной рецептурой. Производство безалкогольных газированных напитков состоит из следующих операций: 1) приготовление сахарного сиропа, 2) приготовление газированной воды, 3) приготовление и фильтрование купажного сиропа, 4) розлив напитков.

Сахар для производства безалкогольных газированных напитков применяют в виде сиропа, который получают растворением сахара в воде.

Газированную воду готовят насыщением воды углекислым газом. Смешивая составные части напитка: сахарный сироп, плодово-ягодные соки, красители, вкусовые, ароматические и другие (за исключением газированной воды) вещества, получают купажный сироп и фильтруют его. Профильтрованный сироп наливают в бутылки, доливают его газированной водой, укупоривают, перемешивают содержимое бутылок, наклеивают этикетки и направляют в экспедицию.

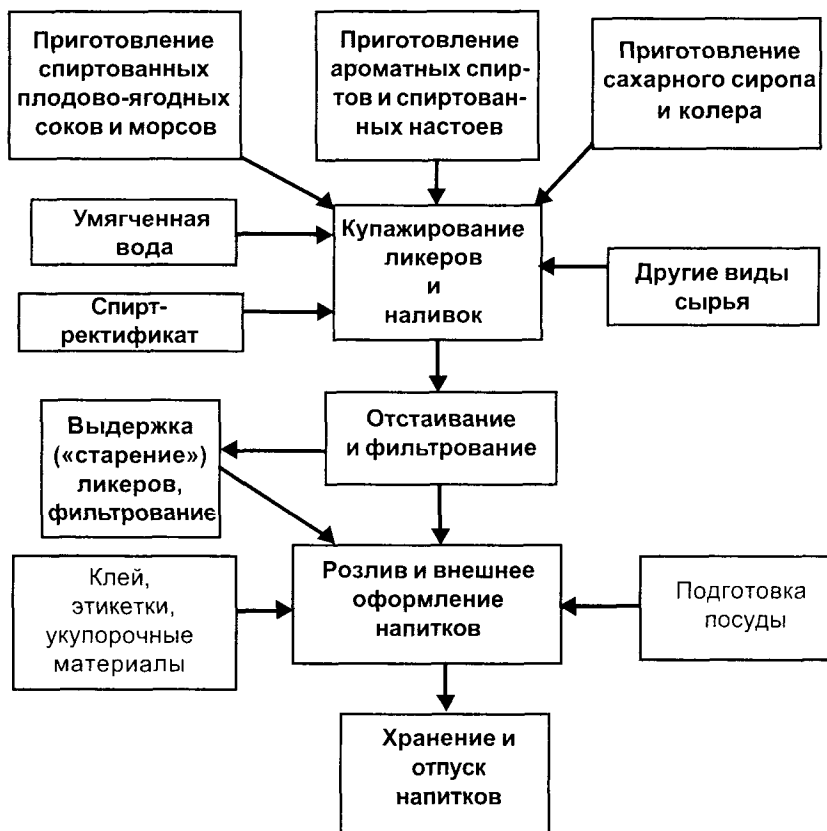


Рис. 2.8. Принципиальная технологическая схема производства ликеров и наливок

Литература

1. Климовский Д.Н., Смирнов В.А., Стабников В.Н. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – С. 11-36.
2. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология бродильных производств. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 40-51.
3. Чукмасова М.А., Шкоп Я.Ф. Технология и оборудование пивоваренного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С. 34-43.

3. ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА

Солод в зависимости от назначения разделяется на спиртовой, пивоваренный, кислый. При производстве спирта солод используют сразу же после проращивания зерна (зеленый солод). Его готовят из ячменя, ржи овса, проса. Из ферментативного комплекса солода в спиртовом производстве основное значение имеют амилолитические ферменты, которые необходимы для осахаривания крахмала.

На пивоваренных заводах перерабатывают главным образом сухой ячменный солод. Для получения сухого солода зеленый сушат в специальных солодосушилках. При сушке солода в нем накапливаются красящие и ароматические вещества, придающие пиву определенный цвет и аромат. Сухой солод хранится продолжительное время. В пивоваренной промышленности солод служит не только источником ферментов (амилолитических и протеолитических), но и основным сырьем для приготовления сусла.

В производстве хлебного кваса применяются сухой ржаной ферментированный солод и диастатический солод. Ферментированный солод почти не содержит амилолитических ферментов, так как они разрушаются при ферментации. При производстве хлебного кваса ферментированный солод вместе с ржаной мукой служит основным сырьем для приготовления сусла, а в качестве источника ферментов добавляют сухой диастатический (неферментированный солод) или светлый ячменный солод.

3.1. Очистка и сортировка зерна

Для очистки зерна от зерновых и сорных примесей с целью повышения его качества применяют зерновой и магнитный сепараторы и триер. Зерновой сепаратор очищает зерно от примесей, отличающихся от него по ширине, толщине и плотности. Основными частями сепаратора являются вентилятор и три сита с отверстиями различного диаметра (верхнее – 10-12 мм, второе – 4-5 мм, третье – 1,5-2 мм). На верхнем сите задерживаются самые крупные примеси, на среднем – все примеси, которые крупнее зерна, через третье – просыпаются мелкие примеси. При входе в сепаратор струей воздуха, которая создается вентилятором, уносятся легкие примеси (пыль, солома, шелуха).

Металлические примеси удаляются магнитным сепаратором. Магнитные сепараторы бывают с постоянными магнитами и электромагнитами.

Очистка зерна на триере предназначена для разделения зерен различной длины.

Сортировка зерна по величине на крупные и мелкие зерна осуществляется с помощью специальных сит. Это имеет большое значение при замочке зерна, так как зерна мелкие быстрее увлажняются, а крупные не успевают за то же время набрать соответствующей влажности. При разделении зерна на три сорта применяют сита с отверстиями сит 2,2 и 2,5 мм. При разделении на четыре сорта - сита с отверстиями 2,2 – третий сорт, 2,5 – второй сорт и 2,8 – первый сорт. Используют для замачивания только 1-й и 2-й сорта.

3.2. Замачивание зерна

Приготовление зеленого солода состоит из двух операций: замачивание и проращивание зерна. Замачивание зерна обеспечивает насыщение зерна водой, насыщение зерна кислородом воздуха, промывку и дезинфекцию зерна.

Исходная влажность зерна 14-15%, а влажность замоченного зерна должна быть 42-45%. Влага в первую очередь проникает в зерно со стороны зародыша, где мякнинная оболочка открыта. По всей поверхности вода проникает в незначительном количестве. С повышением влажности начинается жизнедеятельность зародыша и связанный с ней процесс дыхания. Для нормального дыхания зерно нуждается в постоянном контакте с кислородом воздуха. При недостатке кислорода наступает интрамолекулярное дыхание, продукты которого угнетают нормальную жизнедеятельность зерна. Накапливающийся углекислый газ при дыхании растворяется в воде и по мере повышения его концентрации он угнетающе действует на жизненные процессы в зерне. Поэтому для правильного замачивания и обеспечения нормального прорастания зерна его необходимо в достаточной мере насыщать водой и воздухом.

В воде с температурой 20°C зерно замачивается почти в два раза быстрее, чем в воде с температурой 10°C. Мелкое зерно также быстрее замачивается, чем крупное при тех же условиях. Время замачивания также зависит и от разных партий зерна, полученных на разных участках.

Скорость замочки зерна также зависит от химического состава воды. Для замачивания может использоваться вода с жесткостью не более 7 мг-экв/л (20° жесткости).

Различные культуры зерна замачиваются разное время. Одинаковая степень замочки достигается при температуре воды 10-13°C у

ячменя за 2 суток, у овса – за 1,5 суток, у ржи – за 1 сутки, у проса – за 3 суток. С повышением влажности зерна создаются условия на его поверхности для развития микроорганизмов. Поэтому в начале замочки зерно тщательно моют и промывную воду удаляют. Кроме этого в промывную воду добавляют после промывки антисептирующие вещества для подавления жизнедеятельности микроорганизмов. Некоторые из дезинфицирующих веществ оказывают стимулирующее действие на жизнедеятельность зерна, например, насыщенный раствор хлорной извести, разбавленный водой в восемь раз, насыщенный раствор извести, разбавленный в четыре раза, слабый раствор марганцовокислого калия. В процессе замочки зерно набухает и его объем увеличивается в 1,4–1,45 раза. Зародышевый листок и корешок развиваются и к концу замачивания выходит наружу (зерно “наклеивается”, появляется “глазок”).

3.3. Способы замачивания

Замочку зерна производят в замочных чанах. Они изготавливаются цилиндрической формы. В конической части чана расположены горизонтальные кольцеобразные трубы (барботер), по всей длине которых имеются отверстия диаметром 2-3 мм. В барботер подводится сжатый воздух, который входит через отверстия в виде мелких пузырьков и насыщает кислородом зерно, находящееся в чане. Вода подводится в чан как сверху, так и снизу. Во время промывки зерна воду подают в нижнюю часть, для замочки – в верхнюю, в которой имеется сливная коробка, снабженная решеткой. При промывке зерна через коробку стекает грязная вода и удаляются легкие всплывшие и щуплые зерна (сплав). Замоченное зерно выгружают через вентиль, находящийся в нижней части чана.

Существует несколько способов замочки зерна, наиболее распространенные из которых: воздушно-водяной, замачивание в непрерывном токе воды и воздуха и оросительная замочка.

3.3.1. Воздушно-водяное замачивание зерна

Сущность этого способа замачивания заключается в том, что зерно находится попеременно то под водой, то без воды, чем достигается насыщение его водой и кислородом воздуха. Температура воды при замочке должна быть 10-15°C.

В замочный чан набирают $1/2$ его объема воды и засыпают отсортированный и взвешенный ячмень. В воде зерно перемешивают

сжатым воздухом и снимают всплывшие на поверхность щуплые зерна (сплав). Затем приступают к промывке зерна, для чего подают в чан воду снизу, а сверху через сливную коробку стекает грязная вода. Промывку заканчивают тогда, когда с верхней части чана стекает чистая вода. После этого зерно заливают водой, в которую добавляют дезинфицирующие вещества для подавления микроорганизмов и оставляют зерно на несколько часов. Затем через каждые 4 ч зерно оставляют то под водой, то без воды до тех пор, пока не будет достигнута определенная степень замачивания, т.е. 42-45% влажности. В процессе замачивания зерно продувают воздухом каждый час по 5 мин.

Продолжительность замачивания зависит от температуры воды и сорта зерна. Обычно замачивание длится от 48 до 72 ч. При замачивании часть зерна теряется на сплав и выщелачивание (в среднем 1%). Потери на выщелачивание, которые происходят вследствие перехода в раствор некоторых составных частей оболочек, составляют в среднем 0,8% от сухого вещества зерна.

3.3.2. Замачивание в непрерывном токе воды и воздуха

Воздушно-водяное замачивание не позволяет равномерно насытить зерно кислородом воздуха. Зерно дышит неравномерно, а это отражается на процессах замачивания и прорастивания, а также на качестве замачиваемого солода. Способ замачивания в непрерывном токе воды и воздуха обеспечивает постоянное и равномерное дыхание зерна.

При работе по этому способу в барботер замочного чана подают не сжатый воздух, а смесь воды и воздуха. В первый период замачивание не отличается от воздушно-водяного способа, т.е. зерно перемешивают, снимают сплав, промывают. Когда зерно промыто, чан наполняют свежей водой и в барботер подают одновременно и воду и воздух с такой скоростью, чтобы поверхность воды в чане имела вид кипящей жидкости. Способ позволяет производить замочку за 36-70 ч, а также сократить процесс прорастивания до 4,5-6 сут.

3.3.3. Оросительное замачивание

Для замачивания зерна оросительным способом над замочным чаном должно быть установлено сегнерово колесо или другое приспособление для распыления воды. Засыпка зерна в замочный чан, мойка и дезинфекция производятся, как и в других способах. Затем

зерно выдерживают 4 ч под водой, спускают воду, после чего, оставив спускной вентиль открытым, подают воду в сегнерово колесо и непрерывно орошают зерно до достижения необходимой степени замачивания. Пропустив через слой зерна, воду спускают в канализацию

Вода из сегнерова колеса выходит в распыленном состоянии, она насыщена воздухом. Стекая через слой зерна, вода насыщает его воздухом, вытесняет накопившийся углекислый газ, увлажняет зерно, этим обеспечивается нормальное дыхание зерна при замачивании. Толщина слоя зерна должна быть не более 1,2 м. При большей высоте зерно нижних слоев недостаточно аэрируется.

3.3.4. Определение степени замачивания зерна

Конец замачивания определяют по следующим признакам. При сдавливании кончиков зерна не должен ощущаться укол. Если сдавить зерно и поднести к уху, то слышится характерный треск. При разрезании зерна поперек внутри должна быть видна небольшая белая точка не замоченного эндосперма. Если ее нет, то зерно является перемоченным.

Более точно степень замачивания определяется взвешиванием навески зерна до и после замачивания. Для этого навеску зерна помещают в небольшой металлический дырчатый стаканчик, подвешивают в замочном чане вместе со всем количеством зерна. При увеличении массы зерна в стаканчике после замачивания рассчитывают влажность его в процентах. Степень замачивания для светлого солода 41-43%, для темного солода 44-47.

Зерно лучше не домочить, чем перемочить. Недомоченное зерно можно дополнительно увлажнить в солодовне, а влажность перемоченного понизить невозможно. Перемоченное зерно плохо прорастает, в солоде наблюдается образование большого количества "гусаров", повышается кислотность солода.

3.4. Проращивание зерна

После достижения в зерне необходимой влажности оно поступает на проращивание. Основная цель проращивания – накопление в зерне ферментов, необходимых для производства. В пивоварении преследуется также и вторая цель – частичное разложение составных частей зерна под действием ферментов.

3.4.1. Морфологические и физико-биохимические процессы солодоращения

При прорастании зерна в нем происходят внешние изменения и изменения его физического состава. Зародыш зерна развивается, листок растет под оболочкой, а корешки прорываются наружу. У нормально проросшего ячменного солода длина корешков достигает полуторной длины самого зерна, а листок растет под оболочкой и достигает $\frac{3}{4}$ длины зерна. При своем развитии зародыш может усваивать питательные вещества только в растворимой форме. В зародыше содержится небольшое количество растворимых углеводов, белковых веществ, минеральных солей. При замачивании эти вещества растворяются в воде и используются зародышем для жизнедеятельности. Однако растворимых веществ зародыша достаточно лишь в первый период прорастания. В дальнейшем они образуются в результате ферментативных процессов распада сложных органических веществ (крахмала, белков и др.).

В процессе прорастания зерна в нем накапливаются ферменты. Из ферментов солода в бродильных производствах наибольшее значение имеют амилолитические ферменты, декстринофосфатаза, гемицеллюлазы, фосфатазы, протеолитические ферменты, окислительно-восстановительные ферменты. Ферменты накапливаются в клетках зародыша и щитка. Отсюда ферменты, растворяясь в воде, постепенно транспортируются в клетки эндосперма, разлагают содержимое мучнистого тела. Продукты ферментативного распада органических веществ всасываются клетками щитка и передаются зародышу.

Под действием ферментов в зерне протекают сложные биохимические процессы: осахаривание крахмала амилолитическими ферментами, разложение белков под действием протеолитических ферментов. Большую роль в процессе солодоращения играют гемицеллюлозы (цитаза). Фермент цитаза разлагает высокомолекулярную гемицеллюлазу, которая входит в состав стенок клеток, превращая ее в растворимые в воде гексозы и пентозы. Вследствие этого стенки клеток становятся рыхлыми, пористыми, что позволяет другим ферментам проникать внутрь клеток, а питательным веществам легче транспортироваться из клетки в клетку в направлении к зародышу.

Процесс разложения составных частей эндосперма под действием гемицеллюлаз и протеолитических ферментов называется растворением эндосперма. Процесс растворения начинается у эндосперма и постепенно распространяется по всему мучнистому телу к кончику зер-

на. В результате растворения мучнистое тело солода становится мягким и легко растирается между пальцами.

Под действием ферментов кислотность зерна при солодоращении повышается. Этому способствуют ферменты группы фосфатаз, из которых основное значение имеет фермент фитаза. Под действием фитазы разлагаются фосфорорганические соединения с образованием первичного фосфата, имеющего кислую реакцию. Повышению кислотности солода способствуют также ряд аминокислот, которые образуются в результате расщепления белков. Нарастание кислотности до определенного предела имеет большое значение для ферментативных процессов в периоды солодоращения и приготовления затора, особенно в пивоваренном производстве. Оно создает кислую реакцию среды, которая благоприятна для действия ферментов. Фосфаты и аминокислоты являются буферными веществами, которые поддерживают кислотность в пределах, необходимых для нормального протекания технологических процессов.

В процессе солодоращения зерно интенсивно дышит. Дыхание служит источником энергии, необходимой для прорастания зерна. При дыхании под действием окислительно-восстановительных ферментов происходит окисление сахара до углекислоты и воды с выделением значительного количества тепла.

На дыхание расходуется 6-7% углеводов от количества сухих веществ зерна (потери на дыхание).

3.5. Способы проращивания

Специально оборудованное помещение для проращивания зерна называется солодовней. На заводах бродильной промышленности применяют солодовни токовые и пневматические. В токовой солодовне регулирование режима солодоращения (охлаждение, проветривание) производится перелопачиванием солода. В пневматической солодовне охлаждение, увлажнение и аэрация зерна производится продуванием кондиционированного воздуха через слой проращиваемого зерна.

3.5.1. Проращивание зерна на току

Ток – это ровный, гладкий цементный пол, на котором прорастает зерно. Поверхность тока должна иметь легкий уклон к канализационным сливам для стока воды. Перед выгрузкой зерна из замочного чана ток тщательно промывают и дезинфицируют. Замоченное зерно выгружают

на ток в грядку высотой 30-50 см. В таком состоянии зерно оставляют на 10-12 ч. За этот период зерно в результате дыхания согревается, появляются корешки, верхние слои слегка подсыхают, а влажность нижних слоев в результате стекания воды повышается.

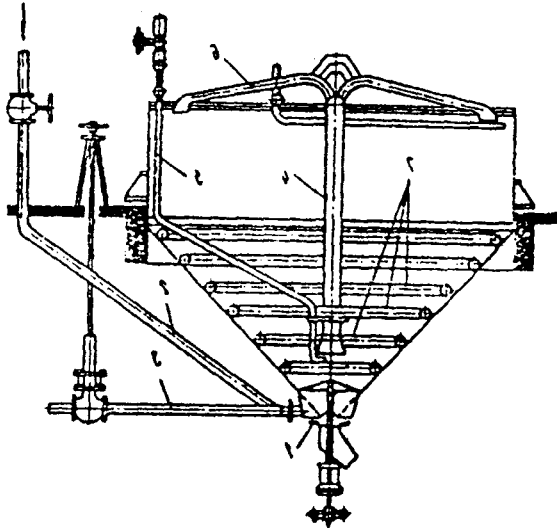


Рис. 3.1. Замочный чан:

1 – спускная коробка; 2 – труба подачи воды; 3 – труба спускная; 4 – труба циркуляционная; 5 – труба сжатого воздуха; 6 – конусообразный отражатель или сегнерово колесо; 7 – барботеры.

Для регулирования температуры, влажности, подвода кислорода воздуха и удаления углекислого газа зерно перелопачивают с помощью деревянной лопаты вручную 2-3 раза в сутки. После каждого перелопачивания толщина грядки уменьшается и к концу проращивания составляет 15-20 см.

При солодоращении температуру в грядках поддерживают на уровне 15-20°C. Продолжительность проращивания 7-8 сут для светлого солода и 8-9 сут для темного солода. Весь период проращивания можно разбить на три стадии.

1. Первые 3 сут развитие зародыша идет медленно, корешки только пробиваются, температура повышается медленно; в этот период ворошение солода достаточно производить два-три раза в сутки.

2. В следующие 3 сут наблюдается бурный рост зерна, заметно удлиняются и разветвляются корешки, быстро повышается темпе-

ратура; солод в этой стадии необходимо перелопачивать три-четыре раза в сутки.

3. В последние 2-3 сут процесс роста постепенно замедляется, корешки начинают увядать, уменьшается выделение тепла. В этот период солод необходимо перелопачивать три раза в сутки, чтобы избежать “схватывания” солода и образования “гусаров”. Схватывание в конце проращивания допускается только при получении темного солода.

Готовность зеленого солода определяется по следующим признакам: длина корешков должна быть в 1,5-2 раза больше длины зерна, зародышевый листок не должен выходить наружу ячменного зерна, при раздавливании между пальцами эндосперм должен легко расширяться.

3.5.2. Выращивание солода в пневматических солодовнях

Более совершенными по сравнению с токовыми солодовнями являются пневматические, которые бывают ящичными и с передвижными грядками.

В пневматических солодовнях солод укладывают на сетчатое дно, которое расположено на высоте 0,7-0,8 м от настоящего цементного дна. Под сита по особым каналам подводится воздух, нагнетаемый вентилятором. Воздух проходит камеру кондиционирования, где установлены калориферы и ряд форсунок, которые распыляют воду. Воздух, проходя через водяную пыль, охлаждается и насыщается водяными парами. Температуру и влажность воздуха регулируют, что позволяет строго поддерживать режим выращивания солода.

Замоченное зерно из замочных чанов вместе с водой сливается в ящик (рис. 3.2). Вода проходит через сетчатое дно, а зерно остается на сите, его разравнивают слоем высотой 0,5-0,6 м. Проращивание ведется так же, как и на току – зерно перелопачивают раз в сутки, охлаждают продуванием увлажненного воздуха определенной температуры.

Солодовня оборудуется 10 ящиками. Вместимость каждого ящика из них равна суточной замочке. Передняя и задняя стенка общая на все ящики, выполняется из кирпича высотой до 1 м с цементной штукатуркой и железнением. Пневматические ящичные солодовни бывают двух типов.

Солодовня первого типа выполнена так, что перегородки между отдельными ящиками выполнены съемными из сухих

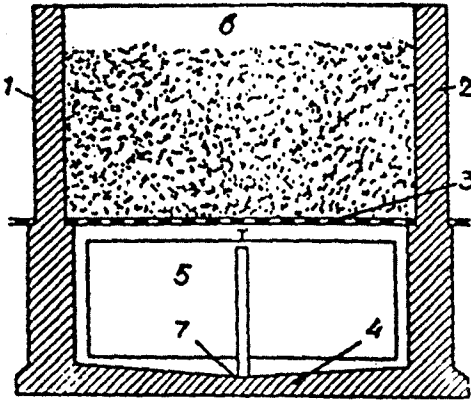


Рис. 3.2. Ящик пневматической солодовни (поперечный разрез): 1 – наружная стенка; 2 – внутренняя стенка (перегородка); 3 – сетчатое (ложное) дно; 4 – бетонное дно; 5 – подсеточное пространство; 6 – надсеточное пространство; 7 – желоб.

деревянных досок, вставляемых в пазы направляющих стоек. Замоченное зерно спускается на первый ящик, на следующие сутки перегородку снимают и зерно перелопачивают в очередной ящик и т.д. К концу проращивания на десятые сутки солод перемещают к последнему ящику, из которого его направляют на дальнейшую обработку.

После каждого освобождения сита, прикрепленные на шарнирах, поднимают, подсеточное пространство и сита промывают и дезинфицируют. На подготов-

ленное сито солод засыпают из предыдущего ящика. Преимущество способа – возможность более строгого соблюдения санитарных требований, недостаток – ручное перелопачивание.

Солодовни второго типа выполнены с перегородками между ящиками из глухих бетонных или кирпичных стенок. Солод в такой солодовне находится от начала до конца в одном и том же ящике. В этом случае замоченное зерно по трубопроводу спускается в любой из ящиков. Зеленый солод из ящика по мере готовности водой по специальному лотку транспортируется на дальнейшую обработку. На стационарных перегородках между ящиками монтируется механический шнековый ворошитель. Ширина ящика определяется размерами стандартного ворошителя заданной производительности.

Солодовня с передвижной грядкой является наиболее совершенной пневматической солодовней (рис. 3.3). Применяется как в спиртовом, так и пивоваренном производстве. Она представляет собой сплошной сетчатый настил, под которым установлены опорные стенки-перегородки, а по продольным стенкам на рельсах монтируется ковшовый ворошитель. Передвигаясь вдоль солодовни, он с помощью ковшей захватывает солод и перебрасывает его вперед на определенное расстояние. Условия перелопачивания солода хорошие, благо-

даря мягким захватам ковшей, которые меньше разрушают солод, чем шнековые ворошители.

Работает такая солодовня следующим образом. Замоченное зерно выгружается на площадь сита, расположенную над первой и второй подситовыми секциями. Ворошение проводят два раза в сутки. Через каждые 12 ч ворошитель перебрасывает замоченное зерно далее – сначала на площадь сита под третьим и четвертым подситовым пространством, а на освободившуюся площадь загружается новая партия замоченного зерна, затем первая грядка перемещается на площадь над пятым и шестым отделениями, а вторая – на ее место и т.д. Замоченное зерно, передвигаясь вдоль ящика в течение 8 сут, прорастает и превращается в зеленый солод, который сбрасывается ковшовым ворошителем в бункер, откуда направляется на дальнейшую переработку. В спиртовом производстве солод дробят и готовят из него солодовое молоко. В пивоваренном производстве солод направляют на сушку. Высота слоя замоченного зерна 0,6-0,8 м, зеленого солода – 1 м.

Преимущество такой солодовни заключается в более полном использовании площади и в значительном увеличении производительности – в 3 раза по сравнению с токовой, в механизации операций перелопачивания и выгрузки зеленого солода.

Барабанные солодовни – наиболее усовершенствованный тип пневматической солодовни. Однако сложность устройства, большая металлоемкость и недостаточная механизация выгрузки ограничивают ее применение. Солодовня состоит из барабанов для ращения солода и установки для кондиционирования и продувания воздуха. Ворошение солода достигается вращением самих барабанов, при этом прорастающее зерно полностью перемешивается.

По конструкции барабаны делятся на открытые (рис. 3.4) и закрытые (рис. 3.5). Закрытые барабаны имеют сплошную поверхность и отличаются от открытых тем, что в них проращиваемый солод изолирован от внешней среды. В открытых барабанах поверхность ситчатая. Закрытый барабан представляет собой полый металлический цилиндр с двумя днищами. Внутри его размещен ситчатый барабан меньшего диаметра, имеющий в правой стороне общее с ним днище, а с левой – наглухо закрытое "ложное" дно.

Загрузка и выгрузка солода проводится через люки на боковой поверхности барабана. Продувка солода проводится путем нагнетания воздуха вентилятором через входное отверстие в центре барабана в камеру, между основным и ложным дном и периферийные сетчатые

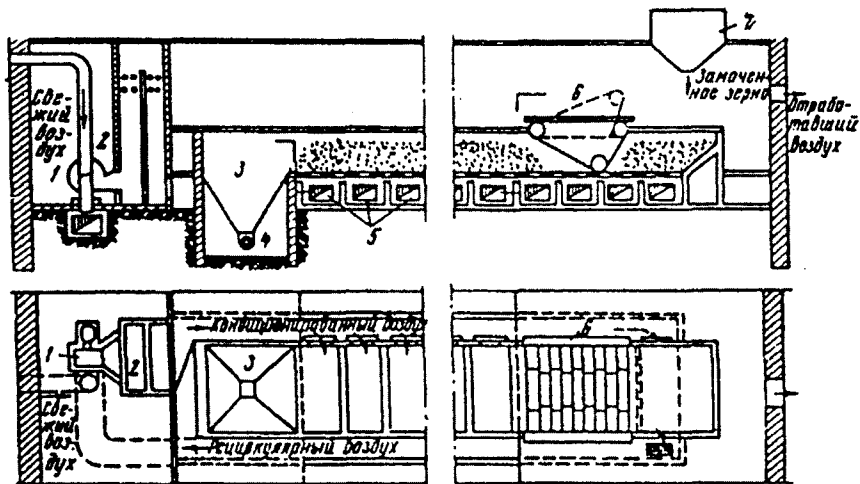


Рис. 3.3. Солодовня с передвижной грядкой:

1 – вентилятор; 2 – камера кондиционирования; 3 – бункер зеленого солода; 4 – транспортер для зеленого солода; 5 – подситовые отделения; 6 – ковшовый солодоворошитель; 7 – замочный чан.

трубы, проходя через слой солода, воздух поступает в центральную трубу, из которой отсасывается вентилятором наружу.

Перемещение солода происходит при вращении барабана. Нужная температура в солоде поддерживается подачей кондиционированного воздуха.

Открытый барабан представляет собой сетчатый цилиндр, внутри которого проходит сетчатая труба, наглухо закрытая с одного конца. Недостатком открытого барабана является то, что отработанный воздух выводится прямо в помещение, что нарушает температурный и влажностный режимы.

Замоченное зерно загружают в барабан через люки, расположенные посередине боковой поверхности барабана. После загрузки зерна через слой его в течение 1-1,5 ч продувают сухой (неувлажненный) воздух, одновременно вращая барабан. Затем барабан оставляют на 4-6 ч в покое. После этого продувают кондиционированный увлажненный воздух, температуру проращиваемого зерна поддерживают регулированием продуваемого увлажненного воздуха с температурой 10-14°C и при помощи шиберной заслонки на выходе воздуха. Барабан с зерном в течение первых двух суток продувают и вращают по 1 ч через каждые 3 ч; на третий день – по 2 ч через каждые 3 ч, на четвертый – от 1 до 2 ч

– через каждые 2-3 ч. Качество солода, выращиваемого в барабанах, очень хорошее.

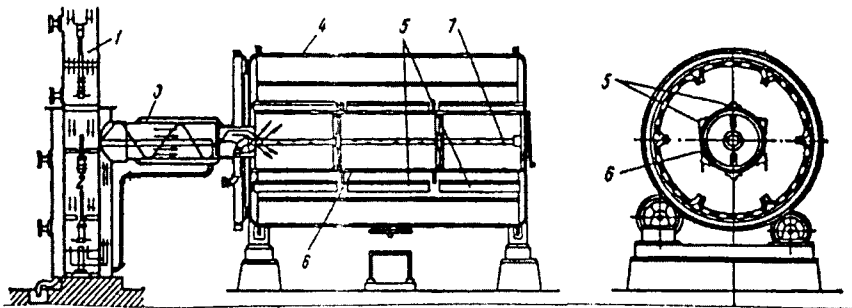


Рис 3.4. Схема барабанной солодовни с открытым барабаном:

1 - увлажнительная камера; 2 – форсунки для распыления воды; 3 – водоотделительная камера; 4 – перфорированный корпус барабана; 5 – подвижные лопасти на центральной трубе; 6 – центральная перфорированная труба; 7 – перфорированная тонкая труба для дополнительного увлажнения солода.

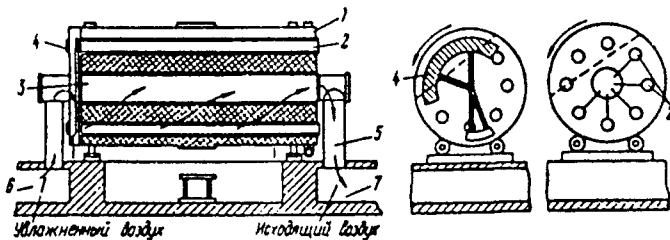


Рис. 3.5. Барабанная солодовня с закрытым барабаном:

1 – корпус барабана; 2 – боковой канал; 3 – центральная труба; 4 – подвесной шибер; 5 – отводящий канал; 6 – канал для подачи увлажненного воздуха; 7 – канал для отвода воздуха.

3.6. Особенности приготовления солода в спиртовом производстве

Для более полного осахаривания крахмала солод должен обладать высокими осахаривающей, декстринирующей и декстринолитической способностями. Осахаривающая способность обусловлена содержанием фермента α -амилазы, декстринирующая – β -амилазы, декстринолитическая – декстринофосфатазы. В связи с этим режим приготовления солода разработан так, чтобы накопить при проращивании в зерне

возможно большее количество амилолитических ферментов: α -амилазы, β -амилазы, декстринофосфатазы. Некоторые спиртовые заводы применяют солод и для дополнительного питания дрожжей.

Выбор культуры зерна для солодоращения. Для приготовления солода применяют ячмень, рожь, пшеницу, просо, чумизу и овес. По активности эти культуры разбиваются на три группы. Первая группа – ячмень, рожь, пшеница. Семена первой группы дают при проращивании высокую осахаривающую и декстринирующую способность, но обладают незначительной декстринолитической способностью. Вторая группа – просо, чумиза – характеризуется слабой осахаривающей, средней декстринирующей и очень высокой декстринолитической способностью. Третья группа (овес) по содержанию ферментов занимает промежуточное место между первой и второй группами.

Для более полного осахаривания крахмала на спиртовых заводах применяют смесь солодов из двух или трех указанных групп зерна. Такая смесь будет содержать в достаточном количестве ферменты: α -амилазы, β -амилазы, декстринофосфатазы. Содержание просяного и овсяного солодов должно быть не менее 30%. Во всех смесях ячмень может быть заменен ржаным или пшеничным, а просяной – солодом из чумизы.

Приготовление солода из ячменя, овса, ржи и пшеницы. Замачивание зерна производят воздушно-водяным способом при 13-15°C. Ячмень, овес и пшеницу замачивают два-три раза, рожь – один-два раза. Длительность нахождения под водой при каждом замачивании составляет 3-4 ч. После каждого замачивания воду с чана сливают и зерно оставляют в замочном чане на 2-3 ч. Замачивание прекращают при достижении влажности зерна 38-40%. Замоченное зерно выгружают из замочного чана на ток и складывают в ворох высотой 60-70 см. Когда температура достигнет 23-24°C, зерно перелопачивают и складывают в грядку высотой 40 см. В процессе проращивания температуру солода регулируют высотой грядки и перелопачиванием, чтобы первые двое суток она поддерживалась 19-20°C, постепенно снижаясь к концу проращивания до 13-14°C. Длительность проращивания ячменя, овса и пшеницы составляет 10-12 сут, ржи – 7-8 сут.

При проращивании зерно перелопачивается по надобности с предварительным поливом водой, но не менее двух-трех раз в сут. Полив прекращают за 24 ч до поступления солода на производство. В ящичных пневматических солодовнях слой на ситах в начале 0,5-0,6 м, по мере прорастания – до 0,8-0,9 м.

Приготовление просяного солода. Замачивание и проращивание ведут при более высоких температурах, чем других культур. Замачивают воздушно-водяным способом при температуре 25-30°C.

Через 2 часа после начала первого замачивания, снимают сплав и зерно промывают водой при 25-30°C. После промывки замачивание продолжается. Общая длительность замачивания 4 ч. Затем зерно оставляют без воды на 4-6 ч, снова замачивают в воде в течение 6 ч при той же температуре и спускают на ток. Замоченное зерно должно иметь влажность 35-38%. Длительность проращивания проса 5-6 сут.

Замоченное зерно складывают в разборный ящик слоем 0,7-1,0 м. Температуру в ящике поддерживают не ниже 25°C, что осуществляется поливом теплой водой. В ящике просо выдерживается до тех пор, пока температура поднимется до 30-35°C, на что требуется около 12 ч. Затем ящик разбирают и зерно складывают в грядки высотой 40 см. Первые двое суток поддерживают температуру 26-30°C. На третьи и последующие сутки высоту грядки уменьшают до 15-20 см. Перед перелопачиванием зерно поливают водой, прекращая полив за 12 ч до подачи солода на производство. Конечная влажность просяного солода 40-42%. Просяной солод в пневматической солодовне не проращивают.

Качество зеленого солода. Основным показателем зеленого солода является амилолитическая и декстринолитическая способность. Амилолитической способностью (АС) называют количество граммов крахмала, которое осахаривается 1 г солода до мальтозы и декстринов, неокрашиваемых йодом в течение 1 ч при 30°C. Декстринолитической способностью (ДС) называют количество миллиграммов мальтозы, образовавшееся из фосфодекстринов под действием 1 г солода в течение 1 ч при 30°C.

Амилолитическая способность характеризует содержание в солоде α -амилазы и β -амилазы, декстринолитическая – декстринофосфатазы. Единица АС показывает количество фермента, которое способно за 1 ч при 30°C расщепить 1 г крахмала, а единица ДС соответственно при тех же условиях образовать 1 мг мальтозы из фосфодекстринов. АС колеблется от 2 до 7, а ДС – от 25 до 100.

Зародышевый росток для ячменя и овса на десятые сутки проращивания должен быть не более длины зерна. Корешков должно быть 3-5 штук длиной 1,5-2 см, при чем они должны быть сочными, упругими, с завитками.

Ячменный солод должен иметь запах свежих огурцов, просяной – яблук.

Дезинфекция зеленого солода. Во время проращивания солода количество микроорганизмов возрастает по сравнению с первоначальным в 10-15 раз и достигает 1-15 млн. на одно проросшее зерно. Многие микроорганизмы, находящиеся на солоде безвредны для спиртового брожения. Однако другие требуют их уничтожения или дезактивации. Поэтому зеленый солод перед его дроблением обязательно должен подвергаться дезинфекции.

При гидравлической подаче солода в воду, с которой смешивают солод для транспортировки, задают хлорную известь (1-1,5 г на 1 л воды). Перед дроблением вода удаляется на барабанном водоотделителе.

Если гидроподача отсутствует, солод загружают в чан с мешалкой, куда заливают воду с добавлением к ней хлорной извести. Солод перемешивают, выдерживают в воде 20-25 мин, затем воду сливают и солод направляют на дробление.

3.7. Сушка солода

Зеленый солод в пивоваренном производстве не применяется, так как по своему составу и вкусу не удовлетворяет требованиям пивоварения – в нем нет красящих и ароматических веществ, содержится много белков, растворяющихся в воде с образованием стойкой мути и не позволяющих получить светлое сусло и пиво даже при тщательной фильтрации. Из-за высокой влажности он не хранится без порчи даже непродолжительное время. Поэтому для получения готового продукта, удовлетворяющего всем требованиям пивоварения, зеленый солод подвергают сушке.

При сушке влажность солода снижается с 45 до 3,5% для светлого и до 2% – для темного солода. При сушке солода удаляются огуречный и бобовый запахи, свойственные зеленому солоду; накапливаются красящие и ароматические вещества, необходимые в пиве; уменьшается влажность, что позволяет хранить его длительное время. После сушки легко удаляются солодовые ростки, которые придают пиву горький вкус.

3.7.1. Биохимические и химические процессы при сушке солода

Во время сушки солода в нем происходят физические, биохимические и химические процессы. Изменяется влажность, объем, натура, цвет, запах и вкус солода.

Зеленый солод поступает на сушку с влажностью 42-45%. Во время сушки влага испаряется; сухой солод содержит 2-3,5% влаги. Сочные корешки, которые увеличивают объем солода, сильно высушиваются, и поэтому объем сухого солода, по сравнению с объемом зеленого, уменьшается. Сушка солода происходит при медленном, постепенном повышении температуры от 20 до 75-105°C. Весь период сушки можно разбить на три фазы: физиологическую, ферментативную и химическую. Физиологическая фаза протекает в первый период сушки при повышении температуры от 20 до 40°C и при понижении влажности до 30%. В этот период в солоде продолжают физиологические процессы, которые происходили при солодоращении, т.е. продолжается рост листовых и корешков. При дальнейшем повышении температуры от 40 до 70°C и понижении влажности до 10% условия для физиологических процессов становятся неблагоприятными, жизнедеятельность зародыша прекращается. Но этот температурный интервал является благоприятным для действия многих ферментов (оптимальная температура действия многих ферментов находится в пределах 40-60°C). Ферментативные процессы, протекающие при солодоращении, в этот период идут очень интенсивно, особенно в первый период фазы.

В результате этих процессов в солоде накапливаются сахара и аминокислоты.

Дальнейшее повышение температуры прекращает ферментативные процессы, и в солоде начинается третья фаза – химическая. В этот период в солоде протекают химические процессы взаимодействия сахаров с аминокислотами, в результате чего образуются сложные химические соединения (меланоидины), которые придают солоду специфический цвет и аромат. Кроме того, химическая фаза характеризуется рядом других процессов (карамелизация сахара, побурение зародышевого листка), которые также влияют на цвет солода. Повышение температуры при сушке солода может привести к инактивации ферментов. В больших размерах этого допускать не следует, так как ферменты необходимы в дальнейшем для приготовления затора. Режим сушки должен обеспечить максимальное сохранение активности ферментов. Если в первый период сушки, когда влажность солода высокая, сразу повысить температуру, то можно значительно инактивировать ферменты. Кроме того, резкое увеличение температуры при высокой влажности приводит к получению стекловидного солода, который трудно перерабатывать. С понижением влажности возрастает устойчивость ферментов к повышению температуры.

В пивоварении готовят светлый и темный солод. Светлый солод применяют для производства светлых сортов пива, темный солод – для приготовления темных сортов пива. Темный солод содержит больше красящих и ароматических веществ, а для их образования конечная температура сушки должна быть более высокой, чем при сушке светлого солода. При сушке светлого солода температуру повышают до 78-80°C, а при сушке темного солода конечная температура сушки 105°C. В результате сушки амилолитическая способность светлого солода уменьшается на 25-30%, а темного солода на 70-75% по сравнению с амилолитической способностью зеленого солода.

3.7.2. Сушка солода

Сушка солода производится в солодовой сушилке. Существует несколько типов сушилок: горизонтальные двух- и трехъярусные, вертикальные, барабанные. Наиболее распространена горизонтальная двухъярусная сушилка (рис. 3.6, 3.7). В ней солод сушится на двух горизонтальных решетках, расположенных одна над другой.

Сушилка представляет собой высокое многоэтажное здание. В нижнем этаже находится топка, где сжигается топливо. Топочные газы из топки поступают на второй этаж, где проходят по трубам и нагревают воздух. Горячий воздух поднимается выше в камеру смешивания для смешивания с холодным воздухом до необходимой температуры. Дальше воздух проходит через две решетки, на которых находится солод, высушивает его и через вытяжную трубу в верхней части сушилки выходит в атмосферу.

Вертикальная сушилка отличается вертикальным расположением решеток попарно (рис.3.8). Расстояние между решетками 20 см. В это пространство засыпают зеленый солод. Каждая пара решеток образует высокую шахту, разделенную заслонками на три зоны. Нагретый воздух проходит через слой солода сбоку зигзагообразно, последовательно через нижнюю, среднюю и верхнюю зоны.

Сушка светлого солода. В зависимости от режима сушки можно получить светлый или темный солод. При приготовлении светлого солода стремятся сократить ферментативную фазу, быстрее прекратить ферментативные процессы, чтобы сохранить в основном тот химический состав, который был получен при солодоращении. Светлый солод сушат 24-36 ч, по 12 ч на каждой решетке. На верхней решетке температура медленно поднимается от 20-25°C до 40-50°C. При этом влажность солода уменьшается до 8-10%. Процесс сушки на верхней решетке

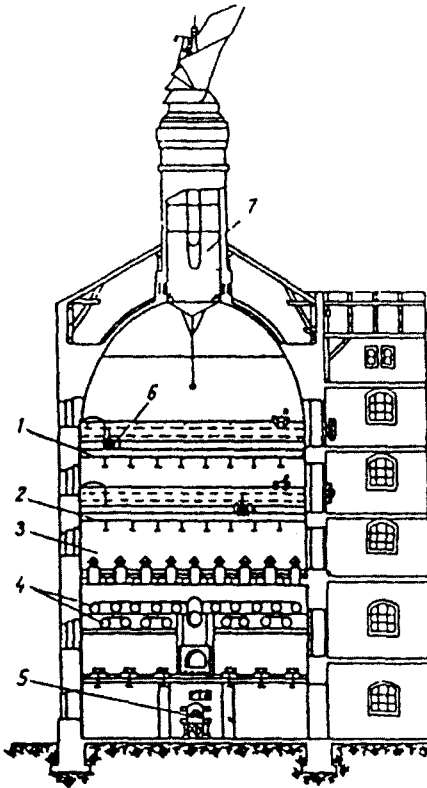


Рис. 3.6. Горизонтальная двухъярусная сушилка:

1 – верхняя решетка, 2 – нижняя решетка, 3 – камера для ростков; 4 – калорифер; 5 – толка; 6 – ворошитель; 7 – вытяжная труба.

называется подвяливанием солода. Затем солод перегружают на нижнюю решетку, где температура поднимается до $75-78^{\circ}\text{C}$. При этой температуре солод выдерживают последние 3-4 ч сушки. Такая выдержка солода при наивысшей температуре сушки называется отсушкой. В период отсушки в солоде образуются красящие и ароматические вещества. К концу сушки влажность солода понижается до 3-3,5%. Для равномерности сушки солод на решетках перемешивают.

Сушка темного солода. Задачей сушки темного солода является накопление больше красящих и ароматических веществ. Продол-

жительность сушки для этого увеличивается в два раза (48 ч), а температура отсушки доводится до 100-105°С. Для образования большого количества красящих и ароматических веществ в солоде должно накопиться достаточно сахаров и аминокислот. В связи с этим необходимо создать условия для ферментативных процессов разложения крахмала и белков. Поэтому при сушке темного солода влагу удаляют медленно, температуру поддерживают на соответствующем уровне, создавая условия для действия ферментов.

Зеленый солод загружают на верхнюю решетку слоем 22-30 см. Первые 14 ч на верхней решетке температуру поднимают не выше 40°С, влажность понижается с 45 до 20%. Таким образом создают условия для растворения солода. В последующие 10 ч температуру доводят до 65°С, но влажность сохраняют на уровне 20%. Это достигается регулированием тяги, при этом создаются благоприятные условия для действия амилолитических ферментов. Затем солод перегружают на нижнюю решетку. На нижней решетке сушка солода подразделяется на три стадии. В первой стадии влажность понижается до 8-10% при температуре 50°С. Во второй стадии медленно поднимают температуру до 74°С, влажность уменьшается до 5%. Чтобы избежать получения стекловидного солода, удаление влаги в этот период должно происходить очень медленно.

В последние 5-6 ч сушки температура сушки медленно повышается до 100-105°С влажность понижается до 1,5-2%. При этих условиях образуются красящие и ароматические вещества. Заводами пищевого машиностроения освоен выпуск горизонтальных двухъярусных сушилок ВСМ-1 (рис. 3.7). Для сушки солода в этой сушилке используются паровые калориферы, в которых нагревается воздух, нагнетаемый вентиляторами. Ее производительность 12 т/сутки при продолжительности сушки 24 часа. Ее габариты – 10700х16300х5400мм.

3.7.3. Сушка солода в солодосушилке ЛСХА

Непрерывно-действующая сушилка разработана коллективом сотрудников Латвийской сельскохозяйственной академии и построена на Рижском пивоваренном заводе.

Солодосушилка (рис. 3.9) состоит из приемного бункера для зеленого солода 1, двух загрузочных шахт 2, которые переходят в две сушильные шахты 4 и заканчиваются двумя разгрузочными шахтами 10. Зеленый солод непрерывно самотеком поступает из бункера в сушильные шахты. Шахты делятся перегородками на четыре камеры. Нагретый воздух непрерывно нагнетается вентилятором через канал 9,

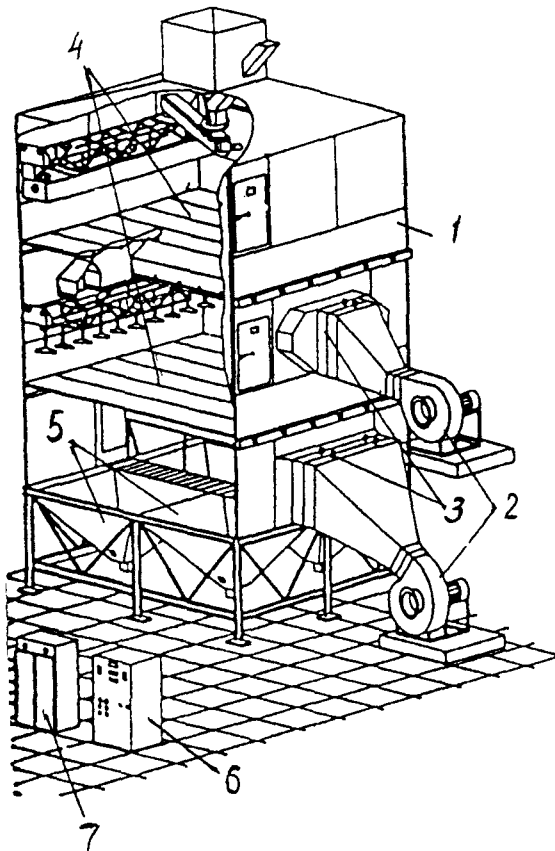


Рис. 3.7. Сушилка солода двухъярусная Ш4-ВСМ-1:

1 – корпус; 2 – вентиляторы; 3 – калориферы; 4 – перегородки с механизмами перегрузки; 5 – бункеры; 5 – пульт управления; 6 – шкаф электроприборов.

зигзагообразно проходит четыре раза через слой солода и отсасывается верхним вентилятором через канал 3. Для регулирования температуры в первую и вторую сушильные зоны подводится дополнительно холодный воздух по каналам 5, 7.

Общее пребывание солода в сушилке (считая время прохода его через загрузочные и разгрузочные шахты) составляет 9,5-10 ч. Высушенный солод непрерывно удаляется при помощи разгрузочного механизма 11 в бункер 12. Непрерывно-действующая сушилка ЛСХА

имеет ряд преимуществ по сравнению с обычной вертикальной сушилкой: сокращается время сушки, производительность на единицу объема в два-три раза выше, расход топлива ниже на 20-30%; непрерывность процесса позволяет упростить контроль и полностью автоматизировать процесс сушки.

3.7.4. Обработка и хранение сухого солода

Высушенный солод из сушилки направляют на ростко-отбивную машину для отделения ростков. Ростки придают пиву неприятный горький вкус. Кроме того, они сильно впитывают влагу из окружающей среды, влажность солода быстро увеличивается и его нельзя долго хранить.

Росткоотбивная машина представляет собой сетчатый барабан с вращающимися внутри лопастями. При вращении барабана солод сильно перемешивается, за счет трения ростки отделяются и сквозь отверстия барабана проваливаются наружу.

Потери сухих веществ за счет ростков составляют 4,5-5% от массы зерна. Сразу после сушки и отбивки ростков солод направляют на выдержку и хранение в течение 4-6 недель в закромах слоем 3-4 м или в силосах. При этом влажность его повышается до 5-6%. Такой солод называется отлежавшимся. Он становится менее хрупким, чем свежий после сушки, и дает удовлетворительный помол.

Основные показатели сухого солода. По существующим нормам из 100 кг очищенного и отсортированного ячменя получается 78 кг сухого отлежавшегося солода. Влажность его 5-6%. Цвет солода должен быть равномерный светло-желтый или желтый; солод должен иметь характерный солодовый аромат и сладковатый вкус. Мучнистое тело должно легко рассыпаться при растирании и иметь белый цвет.

Масса 1 л солода колеблется в пределах 480-600 г. Одним из важных показателей солода является его экстрактивность, т.е. процент сухих веществ, способных перейти в раствор. Нормальный выход экстракта составляет 70-75%.

3.7.5. Приготовление ржаного квасного солода

Ржаной квасной солод применяется для производства хлебного кваса и браги. Кроме того, его применяют в хлебопекарной промышленности для выпечки заварных сортов ржаного хлеба. Ржаной солод в основном вырабатывают на специализированных солодовенных заво-

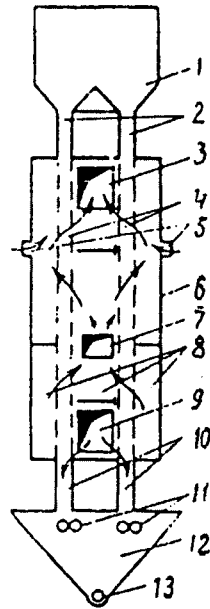
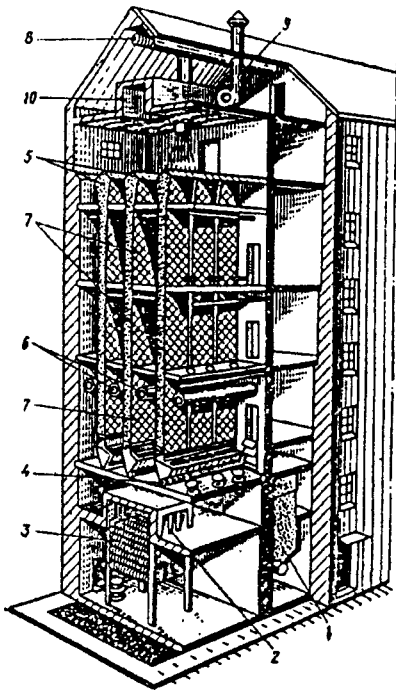


Рис. 3.8. Вертикальная сушилка:
1 – окно для выгрузки солода; 2 – смесительная камера для воздуха; 3 – калорифер; 4 – шнек; 5 – шахта для солода; 6 – трубы для холодного воздуха; 7 – воздушная шахта; 8 – шнек зеленого солода; 9 – вентилятор; 10 – канал для отсасывания холодного воздуха.

Рис. 3.9. Непрерывно-действующая сушилка ЛСХА:
1 – бункер; 2 – загрузочные шахты; 3 – канал для отработанного воздуха; 4 – сушильные шахты; 5-7 – каналы добавочного воздуха; 6 – наружный кожух; 8 – воздушные каналы; 9 – канал горячего воздуха; 10 – разгрузочные шахты; 11 – разгрузочный механизм; 12 – бункер сухого солода; 13 – шнек.

дах. Этот солод готовится двух видов: ферментированный (красный, томленный) и неферментированный (диастатический или светлый).

Приготовление светлого ржаного квасного солода.

Светлый (неферментированный) ржаной солод производится по такой же технологии, как и ячменный. После очистки и сортировки ржи ее замачивают в замочном чане при 13-14°C.

Замачивание производится воздушно-водяным методом до влажности 45-48%; продолжительность замачивания 32-36 ч.

Замоченное зерно проращивают на току или в солодорастительном барабане. Температура проращивания 13-16°C, продолжительность ращения 3,5 сут. Сушка зеленого солода проводится в горизонтальной сушилке. Режим сушки тот же, что и для ячменного светлого солода. Ферментативная активность ржаного диастатического солода высокая, она мало отличается от ферментативной активности ячменного солода.

Приготовление ферментированного ржаного солода.

Процесс приготовления ферментированного (красного) солода включает следующие операции: замачивание ржи, проращивание зерна, ферментация зеленого солода, сушка солода.

При ферментации сахара взаимодействуют с аминокислотами, и в результате этих реакций образуются меланоидины, которые сообщают солоду красно-бурый цвет, хлебный вкус и аромат.

Для приготовления ферментированного солода рожь замачивают по воздушно-водяному способу в течение 30-32 ч до влажности 46-48%. Замоченное зерно можно проращивать и подвергать ферментации в солодовне любой системы. Проращивают рожь при 17-18°C 3-5 сут. После проращивания проводят ферментацию (томление) солода. Для этого солод собирают в конические или пирамидальные кучи высотой около 1,5 м и выдерживают в течение 5-7 сут. За этот период солод согревается и температура постепенно повышается: первые сутки – до 36°C, вторые и третьи – до 45°C, четвертые сутки до 50°C и выше. Через двое суток после начала ферментации в куче различают четыре слоя: верхний слой толщиной до 15 см (“плесневелый” слой), второй слой до 25 см (решающий), третий толщиной до 40 см (промежуточный) и нижний слой толщиной 15-20 см. Физические и биохимические процессы, влияющие на качество красного ржаного солода, происходят во втором и частично в третьем слоях. В первый период ферментации (1-3 суток) происходит глубокий ферментативный гидролиз крахмала и белков, а затем продукты этого распада взаимодействуют между собой с образованием меланоидинов. В результате солод темнеет и приобретает вкус и аромат ржаного хлеба. Чтобы достичь равномерного томления во всех слоях, солод перелопачивают через каждые двое суток. При каждом перелопачивании солод увлажняют.

Сушка производится в одно- или двухъярусной сушилке до влажности 8-10%. Общая продолжительность сушки 24 ч. В первый период сушки (6 ч) температура поддерживается на уровне 40-45°C. При этой температуре продолжается процесс ферментации солода. Во второй период (10-12 ч) температуру повышают до 55-60°C, а содер-

жание влаги в солоде снижается до 20-30%. В третьем периоде (4-6 ч) температуру постепенно повышают до 65-70°C, а к концу сушки влажность снижают до 8-10%. Перелопачивание солода производят каждый час.

Выход сухого солода составляет 80 кг из 100 кг ржи влажностью 15%. На рис. 3.10 показана схема производства ржаного солода.

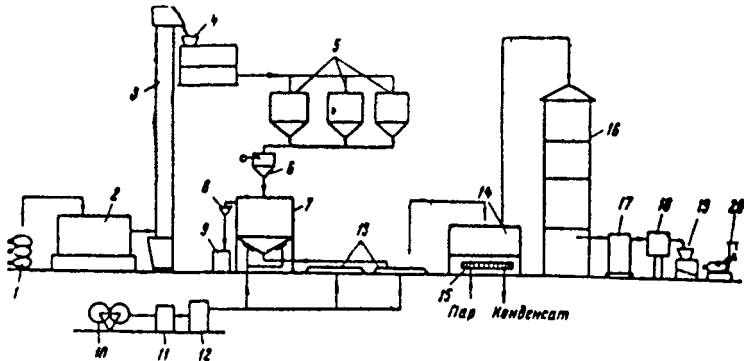


Рис. 3.10. Аппаратурно-технологическая схема производства ржаного солода:

1 – рожь; 2 – сепаратор; 3 – нория; 4 – автоматические весы; 5 – бункеры для хранения разных сортов ржи; 6 – автоматические весы; 7 – замочный чан; 8 – воронка для сплава; 9 – сборник сплава; 10 – воздуходувка; 11 – влагомаслоотделитель; 12 – ресивер; 13 – токовая солодовня; 14 – томильная камера; 15 – калорифер; 16 – сушилка; 17 – росткостбивная машина; 18 – полировочная машина; 19 – дробилка; 20 – весы.

Литература:

1. Главинский Д.С. Современная техника пивоваренного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С. 5-86.
2. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Челелева А.С. Технология броидильных производств. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 53-74.
3. Халаим А.Ф. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – С. 42-52.
4. Чукмасова М.А., Школ Я.Ф. Технология и оборудование пивоваренного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С. 121-245.

4. ПРОИЗВОДСТВО ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

4.1. *Значение ферментных препаратов в народном хозяйстве*

Использование ферментов известно давно, однако их использовали для ввода в продукт вместе с перерабатываемым сырьем (солодом или специальными микроорганизмами).

В последние годы используются ферментные препараты, которые получают из культур микроорганизмов (плесневых грибов или бактерий). Применение ферментных препаратов в пищевой и легкой промышленности улучшает технологию производства и дает значительный экономический эффект.

В спиртовой промышленности культуры плесневых грибов позволяют заменить солод, что дает экономию зерна и повышает выход спирта из 1 т крахмала. В пивоварении ферментные препараты позволяют заменить 50% солода не соложенным зерном. В фруктово-ягодном соковом производстве препараты ферментов повышают выход сока на 15-20% и осветляют соки, в виноделии повышают выход сусла и улучшают качество вина. Применение ферментных препаратов в производстве хлебного кваса ускоряет процесс его производства. Амилолитические ферменты можно применять в производстве крахмальной и мальтозной патоки. В последнем случае ферменты заменяют солод. Протеолитические ферменты и фермент глюкооксидаза должны найти применение для повышения стойкости пива. Ферментные препараты используются в других отраслях промышленности: хлебопекарной, мясной, молочной (сыроделие), рыбной, медицинской, кожевенной, текстильной.

4.2. *Плесневые грибы и способ их выращивания*

В производстве ферментных препаратов применяют плесневые грибы из рода аспергиллов: Аспергиллюс оризе, Аспергиллюс авамори, Аспергиллюс нигер и др. Известно много штаммов этих видов, выведены новые.

Грибы из рода аспергиллов, как и другие плесневые грибы, являются типичными аэрофилами. Поэтому они могут развиваться только

на поверхности твердой или жидкой питательной среды, либо в жидкой, которая достаточно аэрируется. Высокая влажность питательной среды и воздуха благоприятно сказывается на их развитии. Оптимальная температура для развития грибов *Аспергиллюс оризе*, *Аспергиллюс авамори*, *Аспергиллюс нигер* и накопления ими амилолитических ферментов 30-32°C. Грибы в процессе роста интенсивно дышат и выделяют значительное количество тепла; тепло отводят продуванием воздуха. В производстве ферментных препаратов необходимо обеспечить возможно полную стерильность технологического процесса; инфекция угнетает рост грибов и инактивирует образовавшиеся ферменты.

Выращивание плесневых грибов из рода *аспергиллов* ведут поверхностным и глубинным способами. Поверхностный способ характеризуется развитием мицелия гриба на поверхности твердого или жидкого субстрата, который укладывается тонким слоем для обеспечения аэрации. Выращивание гриба на жидком субстрате поверхностным способом для накопления амилолитических ферментов не применяется, так как содержащийся в жидкой среде сахар в этих условиях превращается в органические кислоты, инактивирующие амилазу.

Глубинный способ характеризуется выращиванием грибов в жидком субстрате во взвешенном состоянии при продувании воздуха.

4.3. Поверхностный способ выращивания плесневых грибов

Этим способом плесневые грибы выращиваются для спиртовой, пивоваренной и соковой промышленности. Для спиртовой и пивоваренной промышленности выращивают *Аспергиллюс оризе* или *Аспергиллюс авамори*, для соковой промышленности – *Аспергиллюс нигер*.

Питательной средой для выращивания плесневого гриба *Аспергиллюс оризе* являются пшеничные отруби. *Аспергиллюс нигер* выращивают из пшеничных отрубей и плодово-ягодных выжимок. Питательную среду стерилизуют, охлаждают, засевают маточной культурой гриба, увлажняют до определенной влажности и раскладывают в кюветы с сетчатым дном. Кюветы – это противни из оцинкованного железа размером 600x800 мм.

Высота слоя питательной среды в кювете 20-25 мм. Кюветы устанавливают в несколько рядов на этажерки, которые затем помещают для выращивания грибов в растительные камеры. Растительная камера представляет собой герметично закрывающееся помещение, снабженное обеспложиваемым воздухом определенной температуры и влажнос-

ти. По окончании выращивания сырой ферментный препарат дробят и высушивают. В спиртовом производстве сырой препарат может непосредственно применяться для осахаривания. Все устройства, посуда и помещения перед началом выращивания тщательно моют и стерилизуют. Воздух также подвергается кондиционированию по температуре и влажности и микробиологической очистке на специальных фильтрах.

4.3.1. Производство ферментного препарата для пивоваренной промышленности

Технологический процесс состоит из следующих стадий:

1. Получение маточной культуры плесневого гриба *Аспергиллюс оризе* для использования в качестве производственного посевного материала.
2. Подготовка и стерилизация производственной питательной среды, засев ее маточной культурой и раскладка в кюветы.
3. Выращивание плесневого гриба в растительных камерах.
4. Дробление, сушка, расфасовка ферментного препарата.

4.3.2. Маточная культура плесневого гриба

В настоящее время в пивоваренной промышленности применяют плесневой гриб *Аспергиллюс оризе* штамм 476-И. Производственный посевной материал получают размножением чистой культуры гриба в питательной среде из пшеничных отрубей. Размножение производят последовательными посевами в три стадии:

пробирка → колба стеклянная → колба алюминиевая → посевная кювета

Выращивание маточной культуры производится в специальной растительной камере чистой культуры – в посевных кюветах. Гриб в кюветах растет до появления обильного спороношения. По окончании выращивания для лучшей сохранности и измельчения культуры ее в кюветах подсушивают пропусканием через растительную камеру сухого теплого обеспложенного воздуха в течение нескольких часов. Подсушенную культуру вплоть до ее использования в производстве хранят в специальном шкафу.

Подготовка, стерилизация питательной среды, засев ее маточной культурой и раскладка в кюветы. Пшеничные отруби, используемые для выращивания гриба *Аспергиллюс оризе*, являются хорошей питательной средой, в которой полно и в благоприятном соотношении содержатся необходимые для гриба питательные составные

части: крахмал, аминокислоты, минеральные вещества и стимуляторы роста. Отруби и отходы, получаемые при помоле и переработке других зерновых культур, не имеют такого состава. Отруби для выращивания гриба должны отвечать определенным требованиям:

1. Отруби должны быть крупными, широколопастными.
2. Содержание крахмала в отрубях должно быть не ниже 20%.

Отруби, поступающие для приготовления питательной среды, содержат большое количество микроорганизмов. Для освобождения от них отруби стерилизуют паром в специальном стерилизаторе. По окончании загрузки отрубей, до обработки паром, в стерилизатор добавляют формалин и соляную кислоту. Формалин способствует полной стерилизации. Соляная кислота добавляется для подкисления отрубей до pH 4,8-4,9. Это улучшает стерилизацию и создает необходимые условия для развития гриба. Кроме того, при подкислении питательной среды получаемый ферментный препарат обладает меньшей протеолитической активностью. Это условие необходимо для пивоваренного производства, так как иначе происходит слишком глубокий распад белков и снижается качество пива. При производстве ферментного препарата для других отраслей промышленности подкисление отрубей не требуется.

Стерилизацию отрубей паром производят при давлении 0,3 *атм* (103-104°С в течение 1-2 ч в зависимости от качества отрубей. После стерилизации отруби охлаждают до 40°С пропусканием через рубашку стерилизатора холодной воды и подачей холодного обеспложенного воздуха в стерилизатор. Охлажденную питательную среду в стерилизаторе засевают маточной культурой гриба в количестве 0,3% от количества отрубей. Помимо освобождения от микроорганизмов, питательная среда в процессе стерилизации должна быть доведена до определенной влажности. Часть влаги поступает с паром, вторую часть воды вводят в стерилизатор. К обсемененной питательной среде добавляют охлажденную кипяченую воду до влажности 57-59%, являющейся оптимальной для роста гриба и накопления ферментов. После этого обсемененную питательную среду раскладывают в кюветы равномерным слоем высотой не более 25 мм. Заполненные кюветы устанавливают на этажерку и отвозят в растительную камеру.

Выращивание плесневого гриба в растительной камере.

В растительной камере поддерживают оптимальные условия для роста гриба и накопления им ферментов: температура 30°С, относительная влажность воздуха 97-100%; длительность выращивания 24-26 ч. Гриб в процессе своей жизнедеятельности потребляет кислород и выделяет

в окружающую среду продукты обмена, а также большое количество тепла. Поэтому воздух в растительных камерах должен систематически обмениваться и уносить с собой избыточное тепло. Обеспложивание воздуха производится пропусканьем его через висциновые и ватные фильтры. Для экономии воздуха, часть его возвращают в виде рециркуляционного с пропуском его через воздухоохладитель.

Весь цикл выращивания гриба можно разделить на две стадии.

В первой стадии происходит набухание и прорастание спор. Рост мицелия невооруженным глазом не заметен. Дыхание гриба и связанное с этим выделение тепла практически не ощутимы. Температуру в первой стадии поддерживают 32°C, обмен воздуха двух-, трехкратный в час, относительная влажность воздуха не ниже 95-98%. Продолжительность первой стадии 8-10 ч.

Во второй стадии интенсивность роста гриба усиливается, через 14-15 ч проращивания образуется видимый невооруженным глазом мицелий гриба. Температура прорастающей среды повышается, и может происходить интенсивное испарение влаги и подсыхание питательной среды, что губительно влияет на развитие гриба и образование ферментов. Поэтому, начиная с 10 ч после посева, постепенно снижают температуру воздуха, доводя ее к 15-16 часам до 27-28°C, а относительную влажность воздуха повышают до 100%. Нельзя допускать в процессе выращивания гриба спорообразования, которое резко снижает ферментативную активность гриба. Через 24-26 ч выращивания отруби в кюветах схватываются мицелием гриба. Они имеют форму и консистенцию плотного пирога и готовы для съема на сушку. Влажность полученного препарата 38-40%.

Дробление, сушка и расфасовка ферментного препарата.

По окончании выращивания гриба сросшую мицелием массу питательной среды осматривают для удаления зараженных мест, а затем измельчают и высушивают.

Дробление осуществляется на дробилке, а затем в дезинтеграторе. Измельченный сырой ферментный препарат поступает в непрерывно-действующую барабанную сушилку. Высушивание проводят горячим воздухом при 86-90°C. Из-за интенсивного испарения температура высушиваемого препарата не должна превышать 45°C. Длительность пребывания каждой высушиваемой частицы препарата в сушилке 7-8 мин. Высушенный препарат с влажностью 10-11% охлаждают до комнатной температуры, перемешивают для получения однородного продукта и упаковывают в мешки.

Согласно техническим условиям, ферментный препарат плесневого гриба *Аспергиллюс* оризе должен отвечать следующим требованиям:

а) мелкозернистый продукт с включением небольших гранул диаметром не более 5 мм;

б) желтовато-коричневого или серого цвета;

в) влажность 10-12%;

г) осахаривающая способность (ОС) не ниже 100 амилазных единиц (на воздушно-сухое вещество). Осахаривающую способность препарата выражают числом амилазных единиц в 100 г сухого препарата. За амилазную единицу принимается стократная доза того количества фермента, которая в строго определенных условиях – концентрация крахмала, температура и pH – осахаривает крахмал с такой интенсивностью, когда константа гидролиза равна 0,01;

д) протеолитическая способность (ПС) не ниже 125 единиц (на воздушно-сухое вещество).

Протеолитическая способность препарата выражается числом граммов казеина, гидролизуемых 100 г препарата за 1 ч при 50°С;

е) водная вытяжка ферментного препарата не должна быть мутной; допускается легкая опалесценция.

Ферментный препарат должен храниться при температуре не выше 25°С. Влажность ферментного препарата не должна повышаться более 14%. Более значительное увлажнение снижает ферментную активность.

Выращивание ферментного препарата в спиртовой промышленности. В спиртовом производстве поверхностным способом выращивают плесневые грибы *Аспергеллюс* авамори и *Аспергиллюс* оризе в основном при таком же режиме, как и в пивоваренном производстве. Длительность выращивания плесневых грибов в растительной камере 32-36 ч. По окончании выращивания сырую культуру гриба смешивают с водой, к смеси добавляют для дезинфекции формалин и используют для осахаривания разваренного крахмалистого сырья. Если выращенная культура гриба предназначена для отправки на другие заводы, ее высушивают и транспортируют в сухом виде.

Выращивание плесневых грибов в непрерывно-действующей установке. Существует несколько типов непрерывно-действующих установок для выращивания плесневых грибов на сыпучих средах. Единый агрегат, разработанный ВНИФСа, в котором осуществляют все технологические операции выращивания микроорганизмов, показан на рис. 4.2. Технологический режим выращивания плесневых

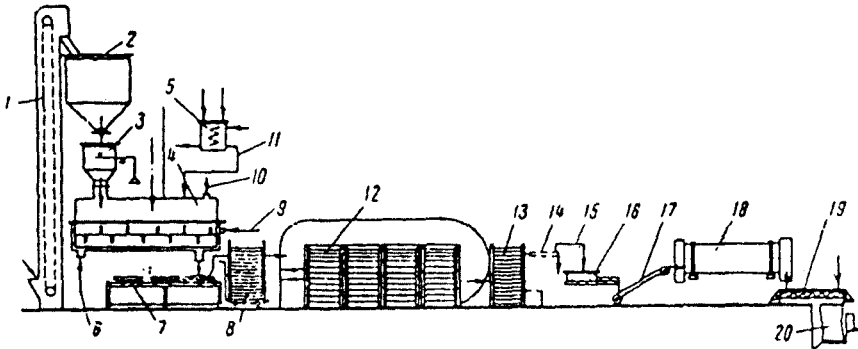


Рис. 4.1. Схема производства неочищенного ферментного препарата плесневого гриба *Аспергиллюс оризе*:

1 – элеватор; 2 – бункер для отрубей; 3 – автоматические весы; 4 – стерилизатор; 5 – бак для стерилизации воды; 6 – подача холодной воды в стерилизатор; 7 – рольганг с кюветами; 8 – этажерка для кювет на тележке; 9 – подача острого пара в стерилизатор; 10 – подача маточной культуры в стерилизатор; 11 – подача стерильной воды в стерилизатор; 12 – растительная камера; 13 – этажерка с кюветами; 14 – кювета; 15 – сырой ферментный препарат; 16 – дробилка; 17 – ленточный транспортер; 18 – сушилка; 19 – охлаждающий шнек; 20 – весы для взвешивания сухого ферментного препарата.

грибов на этой установке: длительность выращивания 36 ч; температура питательной среды в процессе роста 32°C, аэрацию и охлаждение среды производят воздухом при 28-30°C и начальной относительной влажности 98-100%, начальная влажность питательной среды 60%; конечная влажность выросшей культуры 55-56 %.

Пшеничные отруби из бункера 1 поступают на стальную ленту транспортера 2. Непрерывно перемещаясь с движущей лентой, отруби проходят через камеру стерилизации 3, где их нагревают до 140°C и затем около 30 мин выдерживают при данной температуре. После этого на стерилизованные отруби сверху дозатором 5 из мерника 4 подают холодную стерильную воду, которая увлажняет их до 40-45% и охлаждает до 40-45°C. Затем на отруби подают посевную культуру из сборника 6 в количестве 0,6% от количества отрубей и остальную стерильную воду, чтобы довести конечную влажность засеянной среды до 60%. Отруби, вода и посевная культура одновременно поступают на два вращающихся распределительных барабана 7, которыми они переводятся во взвешенное состояние. При этом отруби тщательно перемешиваются с водой и посевной культурой и ложатся на движущиеся под барабанами лотки цепного транспортера, где можно производить вторичное перемешивание с помощью зубчатых ворошителей 8.

Загруженные лотки 9 цепного транспортера 10 перемещаются, переходя из одного горизонтального участка на следующий (нижележащий). Лотки с питательной средой движутся в камере, что исключает попадание инфекции с окружающего воздуха.

Камера ращения разделена на три зоны соответственно трем фазам роста. В первой зоне, в которой проходят пять ветвей транспортера, в течение 10-12 ч набухают конидии гриба, при этом культура не выделяет тепла, поэтому в первую зону для поддержания температуры питательной среды около 30°C подается 1-2% воздуха от общей потребности.

Во второй зоне, где движется десять ветвей транспортера, происходит активный рост грибов с выделением тепла до 75 ккал/кг час. В эту зону подают до 96-98% расходуемого воздуха для обеспечения культуры плесневых грибов кислородом и отвода выделяемого ими тепла. Продолжительность второй фазы 12-16 ч, рост гриба в этой фазе в основном заканчивается.

В третьей зоне движется пять горизонтальных участков, продолжительность ее 10-12 ч; эта фаза характеризуется накоплением ферментов в выросшей культуре; выделение тепла почти не происходит. Количество подаваемого воздуха составляет 1-2% от общего его расхода

Во все зоны подают кондиционированный воздух при температуре 28-30°C и относительной влажностью 98-100%. Сепаратор 11 служит для отделения частичек воды из кондиционированного воздуха, подаваемого в камеру ращения. На самую нижнюю ветвь транспортера лотки поступают с выросшей культурой, имеющей влажность около 55%. Здесь они проходят небольшую туннельную сушилку 12, в которой культуру подсушивают теплым воздухом (60-65°C) до влажности 12%. Из сушилки лотки поступают к разгрузочному устройству; вращающаяся цилиндрическая щетка 13 с набором стальных проволок снимает отдельные частицы культуры, которые поступают в разгрузочный бункер 14, а из него транспортером 15 – на расфасовку. Лоток, выходя из-под стальной щетки, автоматически переворачивается опрокидывающим устройством 16 на 180° и попадает под вторую щетку 17 с капроновой щетиной, которая окончательно очищает его внутреннюю поверхность. Освобожденные лотки поступают в моечную камеру 18, где горячей водой смывают оставшиеся частицы. Из камеры мойки лотки поступают в камеру стерилизации лотков 19. Лотки нагревают паром через змеевики или при помощи электрических нагревательных элементов.

Стерилизованные лотки по выходе из камеры стерилизации поднимаются по вертикальному участку транспортера на повторную

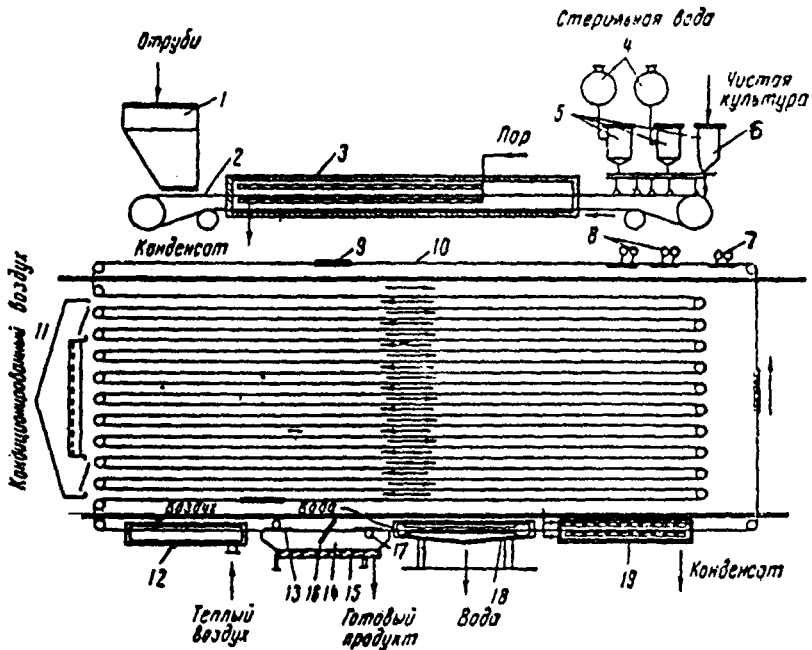


Рис. 4.2. Схема непрерывно-действующей установки для выращивания плесневых грибов:

1 – бункер для отрубей; 2 – транспортер; 3 – камера стерилизации; 4 – мерник; 5 – дозатор; 6 – сборник посевной культуры; 7 – распределительные барабаны; 8 – зубчатые ворошители; 9 – лотки; 10 – цепной транспортер; 11 – селаратор; 12 – туннельная сушилка; 13 – вращающаяся щетка; 14 – разгрузочный бункер; 15 – транспортер; 16 – опрокидывающее устройство; 17 – щетка с капроновой щетиной; 18 – моечная камера; 19 – камера стерилизации лотков.

загрузку питательной средой; во время подъема поддерживают стерильные условия, для охлаждения лотков подают кондиционированный воздух. Выращивание плесневых грибов на установке ВНИИФСа характеризуется следующими преимуществами: 1) себестоимость продукции ниже; 2) исключается ручной труд.

4.4. Глубинный способ выращивания плесневых грибов

В спиртовой промышленности наряду с поверхностным способом выращивания плесневых грибов применяют более простой

глубинный способ. По этому способу выращивают гриб *Аспергеллюс нигер* и *Аспергеллюс узамии*.

Питательной средой служит отход спиртового производства – картофельная или зерновая барда. Для выращивания грибов (рис. 4.3) барда поступает в сборник 1, откуда ее подают насосом 11 на фильтр 2. Далее грубый фильтрат барды подают в приемные сосуды 3, где барду подщелачивают окисью магния до pH 5,5-5,6 и добавляют 1% крахмала в виде муки или разваренной массы картофеля (зерна). Окись магния и крахмал в дальнейшем увеличивают активность ферментов. Затем питательную среду стерилизуют нагреванием в подогревателе 4 до 125-130°C и в выдерживателе 5, после чего охлаждают в теплообменнике 6 до 30-32°C.

Маточную культуру гриба размножают в герметически закрытом чане (маточнике) 7, которую засевают конидиальной культурой гриба, выращенной в аппарате чистой культуры или в колбах.

Выращивание в маточнике производят в течение 24-30 ч при 30-31°C и непрерывной аэрации. Дальнейшее выращивание культуры гриба производят в ферментаторах 8. Ферментатор представляет собой герметически закрытый аппарат, снабженный водяной рубашкой. На дне ферментатора установлены форсунки-аэраторы 9 для подачи стерильного воздуха. В ферментаторе плесневой грибок выращивают при тех же условиях, что и маточнике. Во время роста гриба в ферментаторе поддерживают давление 0,15-0,2 *ати* продуванием стерильного сжатого воздуха. Готовая культура поступает в сборник 10.

Кроме указанного периодического метода, применяют и полупрерывный метод выращивания плесневых грибов – метод перегона. В этом случае выращивание глубинной культуры производится в две фазы: 1) интенсивное размножение мицелия; 2) созревание мицелия и накопление ферментов. Обе фазы осуществляются при аэрации и перемешивании.

4.5. Получение очищенных ферментных препаратов

Неочищенные ферментные препараты плесневых грибов успешно используют в спиртовой промышленности и пивоварении. В ряде производств: хлебопечении, пивоварении (для повышения стойкости пива) и других требуются очищенные ферментные препараты. Получение очищенных ферментных препаратов из сухой культуры плесневого гриба *Аспергиллюс оризе* по схеме, разработанной Калашниковым Е.Я.,

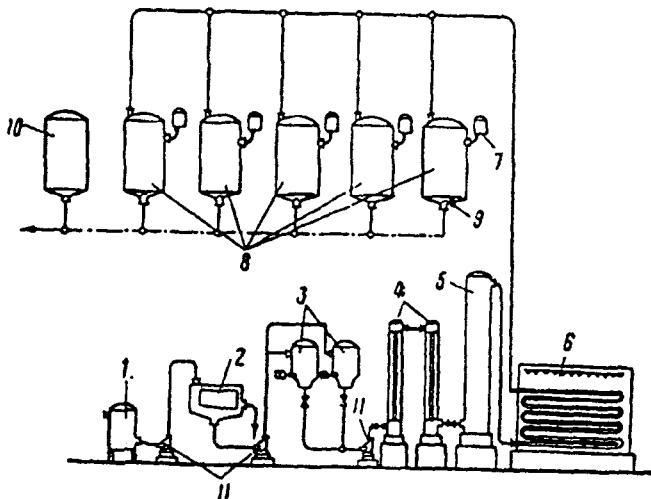


Рис. 4.3. Технологическая схема выращивания плесневых грибов глубинным способом:

1 – сборник барды; 2 – фильтр; 3 – приемные сосуды; 4 – подогреватель; 5 – выдерживатель; 6 – теплообменник; 7 – маточник; 8 – ферментаторы; 9 – форсунка-аэратор; 10 – сборник готовой культуры.

состоит из следующих операций: 1) экстрагирование ферментов, 2) очистка ферментной вытяжки, 3) осаждение ферментов и отделение выпавших осадков, 4) сушка, измельчение и упаковка ферментных препаратов.

Сухая культура гриба обычно содержит 60% нерастворимых веществ (остатки отрубей), 10% воды и 30% экстрактивных веществ. Для освобождения от балластных сухих веществ сухую культуру гриба экстрагируют водой, при этом ферменты и другие экстрактивные вещества переходят в раствор. Экстракцию производят по принципу противоточного выщелачивания в батарее из нескольких диффузоров при 20-25°C. Вода, проходя последовательно через все диффузоры, обогащается экстрактивными веществами, в частности ферментами, и получается ферментная вытяжка.

При установленном режиме работы диффузионной батареи загружают один диффузор за другим сухой культурой гриба. После загрузки каждый из них заполняют вытяжкой из предыдущего диффузора и отбирают из головного диффузора ферментную вытяжку. Вода поступает в хвостовой диффузор, после чего выгружают выщелоченную культуру гриба, из которой извлечены почти все экстрактивные вещества, а воду

подают на следующий диффузор. При батарее, состоящей из шестивосьми диффузоров, вытяжка содержит 10-11% экстрактивных веществ. При увеличении числа диффузоров до 14 и изменении режима работы батареи, при котором отбор вытяжки производить не из каждого головного диффузора, а через три, заполненных свежим препаратом, то концентрацию можно повысить близкой до концентрации экстрактивных веществ в сухом препарате (до 30-36%). Полученную ферментную вытяжку фильтруют через асбестовую фильтрмассу, фильтрационный картон или обычную фильтровальную бумагу для отделения механических примесей. После фильтрации вытяжку подвергают диализу. Диализ – это диффузия растворенных веществ через мембрану (полупроницаемую перегородку), которая проницаема только для тех веществ, размеры молекул которых меньше диаметра ее пор.

Ферменты – это специфические белки, т.е. высокомолекулярные соединения, они не проходят через поры перегородки, другие же растворенные низкомолекулярные вещества проходят через нее. Диализ осуществляется в специальном сосуде – диализаторе током воды в течение 20-24 ч до удаления из ферментной вытяжки 55-60% балластных растворимых веществ. В качестве мембраны используют растительный пергамент, целлофан отдельных марок и хлопчатобумажную или шелковую ткань, пропитанную специальным составом из желатина, двухромовокислого аммония и глицерина. При том, если не требуется высокая степень очистки, диализ не применяется, но при этом концентрация сухих веществ в вытяжке не должна превышать 20%.

В специальном аппарате-осадителе выделяют ферменты в осадок добавлением этилового или изопропилового спирта. Для осаждения ферментов требуется 70%-ный этиловый или 55%-ный изопропиловый спирт. При этом расход 95%-ного этилового спирта составляет 2,8 объема на один объем ферментной массы. Расход 95%-ного изопропилового спирта на тот же объем составляет 1,4 объема. Осаждение ферментов изопропиловым спиртом в пять раз дешевле, чем осаждение этиловым.

Выпавший осадок ферментов отделяют на центрифуге и высушивают. Сушку производят при обычном атмосферном давлении и температуре не выше 40°C в течение 6-8 ч. Влажность высушенного ферментного препарата – 8-10%. Его измельчают на мельнице и расфасовывают в герметически закрывающуюся стеклянную или жестяную тару. Спирт, оставшийся после осаждения, перегоняют для укрепления с целью повторного использования. Технологическая схема получения очищенного ферментного препарата показана на рис. 4.4.

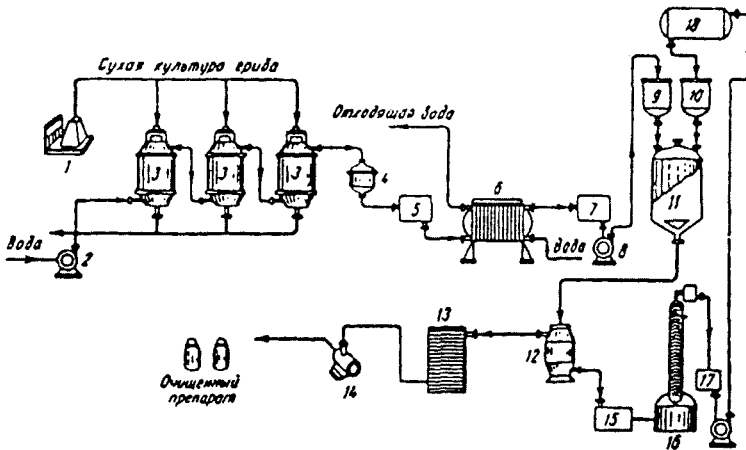


Рис. 4.4. Технологическая схема получения очищенных ферментных препаратов:

1 – весы; 2 – насос для подачи воды на диффузию; 3 – диффузионная батарея; 4 – фильтр; 5 – сборник отфильтрованной ферментной вытяжки; 6 – диализатор; 7 – сборник диализированной ферментной вытяжки; 8 – насос; 9 – напорный мерник ферментной вытяжки; 10 – напорный мерник спирта; 11 – осадитель; 12 – центрифуга; 13 – сушилка; 14 – мельница; 15 – сборник фугата; 16 – аппарат для перегонки спирта; 17 – сборник регенерированного спирта; 18 – сборник для хранения спирта.

Выход очищенных ферментных препаратов составляет 2-2,5% к количеству взятой сухой культуры гриба *Аспергиллюс оризе*. В результате очистки в комплексных препаратах концентрация ферментов по сравнению с сухой культурой повышается в 25-50 раз.

Известны и другие схемы получения очищенных ферментных препаратов. Балластные примеси, содержащиеся в ферментной вытяжке гриба *Аспергиллюс оризе*, можно удалять повышением pH до 8,2-8,6 с последующим центрифугированием образовавшегося осадка: добавление к вытяжке 0,1-0,2% хлористого кальция способствует выпадению осадка. После отделения его степень чистоты препарата увеличивается в 2-2,5 раза.

Ферментную вытяжку после диализа можно подвергнуть выпариванию под вакуумом (температура кипения не выше 32°C). Полученный сироп высушивают до образования порошка.

Кроме очищенных комплексных ферментных препаратов можно получить отдельно амилалитические и протеолитические ферменты. Из ферментной вытяжки сухой культуры плесневого гриба *Аспергиллюс оризе* после диализа сначала слабым раствором этилового спирта

осаждают протеолитические ферменты, отделяют их на центрифуге, а затем в оставшемся растворе более крепким спиртом осаждают амилолитические ферменты. Осадки ферментов после отделения на центрифугах высушивают, измельчают и упаковывают.

Можно также для получения очищенных ферментных препаратов, обладающих одним видом ферментной активности, подобрать такие виды и штаммы микроорганизмов, которые продуцируют, главным образом, амилолитические или протеолитические ферменты.

Так, например, плесневый гриб *Аспергиллюс флявус* обладает высокой протеолитической способностью и некоторые штаммы его не образуют амилолитических ферментов. Концентрированные ферментные препараты могут выпускаться в виде сгущенного ферментного сиропа. Для этого полученную после диализа ферментную вытяжку упаривают в выпарном аппарате под вакуумом и затем разливают в трех-, пятикилограммовые бидоны.

Очищенные ферментные препараты можно получить и из глубинных культур микроорганизмов. Однако выделение ферментов из глубинных культур на барде затруднительно, так как в ней остается много веществ, не используемых грибом.

Для получения очищенных ферментных препаратов глубинную культуру гриба выращивают на искусственной питательной среде. Так, для получения препаратов амилазы рекомендуется питательная среда из кукурузной муки, азотнокислого натрия и других солей. При выращивании на этой среде гриба *Аспергиллюс оризе* (штамм 3-9-15) в нем образуются амилолитические ферменты и отсутствуют протеолитические. Выделение очищенного препарата из такой культуры проще, чем из поверхностной. Вся амилаза содержится в культуральной жидкости, и мицелий гриба отделяют фильтрованием. Отфильтрованный раствор упаривают под вакуумом (32-33°C) и осаждают ферменты из упаренного раствора этиловым спиртом. Выпавший ферментный осадок отделяют на центрифуге, промывают спиртом и высушивают в сушилке под вакуумом.

Литература:

1. Климовский Д.Н., Смирнов В.А., Стабников В.Н. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – С.173-189.
2. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология бродильных производств. – М.: Высшая школа, 1966.– С. 75-89.
3. Халаим А.Ф. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – С. 51-61.
4. Фертман Г.И., Шойхет М.И, Технология спиртового и ликероводочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – С.99-106.

5. ПРОИЗВОДСТВО ЭТИЛОВОГО СПИРТА

5.1. *Применение этилового спирта в народном хозяйстве*

В начале своего использования этиловый спирт применяли для приготовления водки и частично в медицине. Развивающаяся химическая промышленность потребовала большого количества спирта на технические цели. В 1930 г. академиком С.В. Лебедевым разработан способ получения синтетического каучука из этилового спирта.

В настоящее время около 150 отраслей народного хозяйства применяют этиловый спирт. Наша промышленность выпускает пищевой и технический этиловый спирт. Пищевой спирт получают из зерна и картофеля, мелассы, сахарной свеклы. Этот спирт применяют для приготовления ликероводочных изделий, виноградных и плодовых вин, а также в производстве парфюмерных изделий и ряда медицинских препаратов.

Технический спирт получают из этиленсодержащих газов (синтетический спирт), древесины (гидролизный спирт) и сульфитных щелоков (сульфитный спирт). Технический спирт применяют как исходное соединение для дальнейшего синтеза и как растворитель в производстве синтетического каучука, синтетического волокна, искусственного шелка, искусственной кожи, пластических масс, фотопленки и киноплёнки, органического стекла, взрывчатых и ядовитых веществ, лаков и красок. Кроме того, спирт используют как топливо для двигателей внутреннего сгорания и приготовления антифризов.

5.2. *Основные свойства этилового спирта*

Этиловый спирт (винный спирт) – прозрачная бесцветная жидкость со специфическим запахом и вкусом. Этиловый спирт более летуч, чем вода. Так при 0°С упругость паров спирта равна 12,24, а воды – 4,57 мм рт. ст.; при 100°С соответственно 1692,3 и 760 мм рт. ст. Спирт смешивается с водой в любых соотношениях, при этом выделяется тепло и температура смеси повышается. Этиловый спирт очень гигроскопичен; он жадно поглощает влагу из воздуха, а также из животных и растительных тканей, вследствие чего они разрушаются.

Химически чистый спирт имеет нейтральную реакцию; спирт, выработанный промышленностью, содержит небольшое количество органических кислот, поэтому реакция его обычно слабокислая. Спирт и его крепкие водные растворы легко воспламеняются и горят бледно-голубым, слабо светящимся пламенем, без выделения копоти, образуя при горении углекислый газ и воду. Теплота сгорания спирта 6364 ккал/кг. Спиртовые пары образуют с воздухом горючие взрывчатые смеси; при концентрации спирта в воздухе 3,28% смесь взрывается.

Спирт ядовит для человека и животных, а также для микроорганизмов. Пары спирта вредны для организма человека. Предельно допустимая их концентрация в воздухе 1 мг/л, токсическая 16 мг/л.

Спиртовые заводы выпускают спирт-сырец, спирт-ректификат (обычный) и спирт-ректификат высшей очистки. Спирт-сырец – это спирт, полученный при перегонке сброженного раствора, не очищенный от примесей, содержание которых в нем 0,4-0,5%. Крепость спирта-сырца по ГОСТу не менее 88% об.

Спирт-ректификат (обычный) – это спирт, очищенный от основной массы примесей: содержание примесей в нем составляет тысячные доли процента. Крепость обычного спирта-ректификата по ГОСТу не менее 95,5% об.

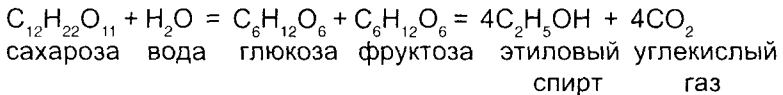
Спирт-ректификат высшей очистки – это очищенный спирт с ничтожным содержанием примесей (десятые доли процента); крепость спирта-ректификата высшей очистки по ГОСТу не менее 96,2% об.

Крепостью спирта называется процентное содержание в нем безводного спирта. Весовым процентом называется количество граммов спирта в 100 г раствора. Объемным процентом называется количество объемов спирта, выраженное в миллилитрах, в 100 мл раствора.

Согласно ГОСТа 3639-61 содержание спирта в водно-спиртовых растворах выражают в объемных процентах при нормальной температуре (20°С). Объем водно-спиртового раствора выражают в литрах при температуре 20°С. Если крепость спирта 88% об., то это значит, что в 100 л этого спирта содержится 88 л безводного спирта.

5.3. Теоретический и практический выход спирта

Выходом спирта называется объем его в декалитрах (дал), получаемый из одной тонны крахмала или сахарозы, содержащихся в сырье. Расчетом можно определить эту величину, используя уравнение получения спирта:



$$342,2 \text{ г} \quad 18 \text{ г} \quad 180,1 \text{ г} \quad 180,1 \text{ г} \quad 4 \cdot 46,05 = 184,2 \quad 4 \cdot 44 = 176$$

Из уравнения видно, что из 342,2 г сахарозы должно получиться 184,2 г спирта.

Из 100 г сахарозы должно получиться спирта

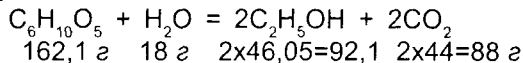
$$184 \times 100 / 342,2 = 53,8 \text{ г}$$

или

$$53,8 / 0,78987 = 68,2 \text{ см}^3,$$

где 0,78927 – плотность спирта d_4^{20} .

Следовательно из 1 т сахарозы должно получиться 68,2 дал спирта. Аналогично подсчитаем количество спирта, которое должно получиться из тонны крахмала.



Из 100 г крахмала должно получиться спирта

$$92,1 \times 100 / 162,1 = 56,8 \text{ г}$$

или

$$56,8 / 0,78927 = 71,98 \text{ см}^3$$

Из тонны крахмала должно получиться 71,98 дал спирта. Это теоретический выход спирта.

Фактический выход спирта из тонны крахмала составляет в зависимости от вида перерабатываемого сырья 62-66 дал и называется практическим выходом спирта. Для сравнения выхода из сахарозы с выходом из крахмала делают перерасчет на условный крахмал, который равен 0,95.

5.4. Производство спирта из мелассы

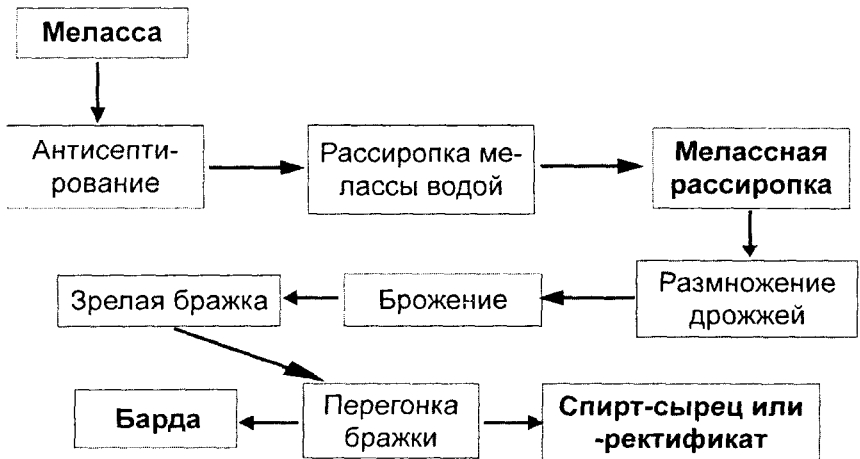
Характерными особенностями мелассы являются:

1. В мелассе содержится около 80% сухих веществ, в том числе 45-50% сахарозы. При такой концентрации микроорганизмы не развиваются, что дает возможность длительного хранения. Для переработки ее нужно разбавлять водой; разбавленная меласса называется расиропкой.

2. Микрофлора мелассы многочисленна и многообразна. Чтобы избежать побочных процессов брожения и ослабления воздействия микрофлоры, мелассу перед переработкой антисептируют. Антисептирование заключается в обработке мелассы серной или соляной кислотой и другими антисептиками.

3. Главной составной частью мелассы является сахароза, и поэтому осаживающие средства – солод или плесневые грибы – при переработке мелассы не требуются.

4. В мелассе содержится недостаточное количество фосфора, необходимое для питания дрожжей, поэтому при переработке мелассы добавляют дополнительное фосфорное питание. Азота в мелассе достаточно для питания дрожжей, но иногда требуется давать азотистое питание (при 1% и менее содержания общего азота)



5. Меласса содержит большое количество несбраживаемых веществ, что затрудняет размножение дрожжей в мелассных рассиропках, поэтому для лучшего их размножения продувают воздух.

Переработка мелассы на спирт осуществляется по схеме:

Применяются две схемы непрерывной переработки мелассы на спирт: двухпоточная и однопоточная. Двухпоточная схема предусматривает приготовление сусла двух концентраций (рис. 5.1). Для приготовления дрожжей меласса рассиропливается до концентрации 11-13% св, а для залива бродильных чанов – 33-35% св. При однопоточной схеме (рис. 2.3), разработанной А.Л. Малченко и Ф.Б. Криштул, готовится одна рассиропка концентрацией 22-25% св, в которой вначале размножают дрожжи, а затем проводят процесс брожения. Процесс рассиропки на современных заводах автоматизирован. Мелассу перерабатывают комплексно. Из нее получают спирт и жидкую углекислоту. Из зрелой бражки выделяют дрожжи и выпускают их в качестве

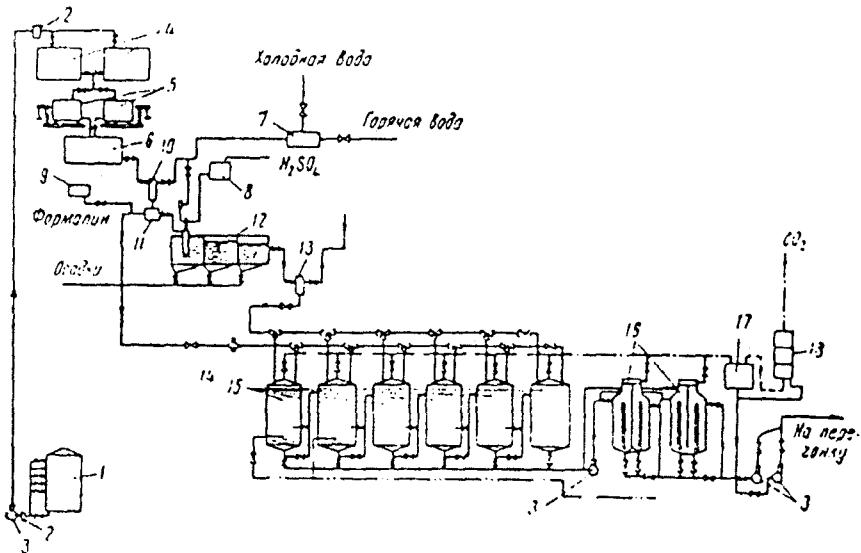


Рис. 5.1. Двухпоточная схема производства спирта из мелассы:

1 – бак для мелассы; 2 – ловушка; 3 – насосы; 4 – напорные баки для мелассы; 5 – весы для взвешивания мелассы; 6 – сборник взвешенной мелассы; 7 – смеситель горячей и холодной воды; 8 – чанок серной или соляной кислоты; 9 – чанок формалина; 10 – рассиропник мелассы; 11 – делитель рассиропника; 12 – баки кислотного антисептирования; 13 – рассиропник (11-13% сухих веществ); 14 – расходомер; 15 – бродильные чаны первого каскада; 16 – бродильные чаны второго каскада; 17 – пеноловушка; 18 – спиртоловушка.

хлебопекарных дрожжей. Из мелассной барды получают глютаминовую кислоту, бетаин, глицерин и бардяную золу, на барде выращивают кормовые дрожжи.

5.4.1. Антисептирование и рассиропка мелассы

При работе по однопоточной схеме антисептированию подвергают всю неразбавленную мелассу или рассиропку концентрацией 60% св., которую подкисляют до определенной кислотности. Кислотность в спиртовом производстве принято выражать в градусах кислотности, т.е. количеством мл 1 н. раствора щелочи, израсходованной для нейтрализации 20 мл раствора, при этом 1 мл 1 н. раствора щелочи, соответствует 1° кислотности. Мелассу подкисляют серной кислотой до кислотности 1,5-2,0°, соляной кислотой – до 1,1-1,3°, после подкисления выдерживают 2-3 ч.

Лучше применять для антисептирования соляную кислоту. По нормам спиртовой промышленности на 1000 дал спирта расходуется 130 кг соляной кислоты или 235 кг серной.

Для антисептирования мелассы, кроме серной и соляной кислоты, применяют также следующие антисептики: формалин, хлорную известь, пентахлорфенолят натрия. Сильно инфицированные мелассы перед антисептированием нагревают острым паром до 85°С и выдерживают 1 ч, затем охлаждают и после смешивания с нормальной мелассой антисептируют.

Высокая концентрация сахара в мелассе не позволяет сбраживать ее в натуральном виде. Поэтому мелассу рассиропливают водой. При работе завода по однопоточной схеме готовится одна рассиропка концентрацией 22-25% св (в некоторой литературе рекомендуют 20-22%).

При двухпоточной схеме готовят две рассиропки: дрожжевую (для размножения дрожжей) концентрацией 11-13% и бродильную (для процесса брожения) концентрацией 33-35% св.

Рассиропник представляет собой сосуд, к которому подведены меласса, холодная и горячая вода. Протекая через рассиропник, меласса и вода смешиваются. Для лучшего перемешивания применяют перегородки или механическую мешалку. Количество рассиропки рассчитывают на основании баланса сухих веществ по уравнению:

$$PC = Vdc,$$

где P – количество неразбавленной мелассы, m ; C – содержание сухих веществ в мелассе, вес. %; V – объем рассиропки, m^3 ; d – плотность рассиропки, $кг/л$; c – содержание сухих веществ в рассиропке, вес. %.

Количество добавленной воды W рассчитывают так:
 $W = Vd - P [m(m^3)].$

5.4.2. Сбраживание мелассы

Для полного сбраживания всего сахара, содержащегося в мелассе, необходимо создание определенных условий для развития дрожжей – достаточное количество питательных веществ, определенная концентрация сахара, кислотность среды и температура. Для размножения дрожжей (дрожжегенерирования) и сбраживания из мелассы готовят сусло, которое представляет собой разбавленную водой мелассу с питательными веществами, кислотой и антисептиками.

Приготовление дрожжей чистой культуры состоит из шести последовательных их пересевов в среды, приготовленные из

мелассы с добавлением солодового сусла и диаммонийфосфата или ортофосфорной кислоты. С каждым последующим пересевом увеличивают объем среды.

При работе по однопоточной схеме брожения с каждым пересевом увеличивают объем среды, а при двухпоточной схеме концентрация остается постоянной. Для всех пересевов среду готовят из доброкачественной мелассы и солодового сусла, которого берут в количестве 10% к мелассной рассиропке. Солодовое сусло можно заменить мальтозной патокой, которой достаточно 1% от количества мелассной рассиропки.

Концентрация сухих веществ в солодовом сусле должна быть 10-12% по сахарометру. Концентрация сухих веществ в мелассной рассиропке при работе по однопоточной схеме брожения показаны в таблице 5.1:

Таблица 5.1

Пересев	1	2 и 3	4	5	6
Концентрация сухих веществ по сахарометру, %	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18

Концентрация сухих веществ в мелассной рассиропке при работе по двухпоточной схеме брожения одинакова для всех пересевов – 13-14% по сахарометру.

В питательную среду 1, 2, 3 пересевов фосфорное питание не задается, а начиная с 4-го, добавляют ортофосфорную кислоту или диаммонийфосфат в количестве 0,12% к мелассе, взятой для приготовления рассиропки.

Кислотность сред для первых четырех пересевов поддерживается 0,5°, а для 5-й и 6-й – 0,7-0,8°. На всех стадиях разведения дрожжей поддерживается температура брожения 20-30°C. Мелассные рассиропки для первых четырех пересевов и солодовое сусло стерилизуют при 0,5 *ати* в автоклаве в течение 30 ч, а для 5-го и 6-го, так как объем велик для автоклава, кипятят в течение 1 ч.

Чистую культуру дрожжей получают из лаборатории чистых культур НИИСП. В пробирку наливают 10 *см*³ стерильного солодового сусла, помещают в термостат при 28-29°C. Дрожжевые клетки начинают размножаться, через 4-6 ч их накапливается такое количество, которое можно переводить в больший объем питательной среды – в колбу на 500 *см*³, содержащую 200-250 *см*³ стерильной питательной среды.

Продолжительность брожения 20-24 ч. Из колбы емкостью 500 см³ дрожжи переводят в колбу 3 л, где находится 2 л стерильной питательной среды. Дрожжи из этой колбы после двухчасового брожения переводят в 4 трехлитровые колбы равными частями, 3 из них ставят в холодильник для хранения при температуре 4°С. При этой температуре они могут храниться около месяца, не возбуждая брожения и не теряя жизнедеятельности. Четвертую колбу после 16-18 ч брожения переводят в маточник емкостью 25 л, в котором находится 20 л питательной среды. С маточника дрожжи переводят в малый, а затем в большой аппарат чистой культуры. Емкость первого 900 л (750 л питательной среды), а второго 10,0 м³ (5,0 м³ питательной среды).

Малый аппарат чистой культуры заполняется питательной средой тремя порциями (подмолодками); подмолодку задают в момент, когда видимый отброд снижается до 10-11% по сахарометру при работе по однопоточной схеме, а при работе по двухпоточной схеме – до 7-8%. Общая продолжительность брожения составляет 30-36 ч, но при этом получают наиболее здоровые дрожжевые клетки.

Из большого аппарата чистой культуры дрожжи переводят в дрожжегенератор при отброде 10-11% по сахарометру для однопоточной схемы и 6,5-7,5% при двухпоточной схеме. Продолжительность брожения 18-20 ч. Дрожжи развиваются энергичнее при избытке кислорода, т.е. при аэрировании.

Двухпоточная схема. Для приготовления сусла мелассу рас-сиропливают в двух параллельно действующих рассиропниках: в одном получают сусло для дрожжегенерирования; во втором – основное сусло для питания бродильных чанов.

Для непрерывного ведения дрожжей устанавливают 4-5 дрожжегенераторов общей емкостью 20-25% емкости бродильной батареи, которые соединены между собой трубопроводом спускным и работают параллельно. Так как процесс дрожжегенерирования протекает 6-7 ч, т.е. более чем в два раза быстрее, чем сбраживание в бродильной батарее, то количество дрожжевого и основного сусла одинаковое (1:1).

Мелассу, предназначенную для дрожжевого сусла, антисептируют и подкисляют до 3,5-4,0° с добавлением к ней питательных веществ, предназначенных для всей мелассы. Кислотность дрожжевого сусла составляет 0,8-1,0°, которая поддерживается в дрожжегенераторах. Отброд зрелых дрожжей – 5,5-6,0% по сахарометру, концентрация спирта в них – 3,0-3,5% об., количество дрожжевых клеток – 150-180 млн. в 1 см³. Расход воздуха на аэрацию составляет 3,5-4,0 м³ на 1 м³

массы в 1 ч. Работу ведут непрерывно длительное время, освобождая попеременно один из дрожжегенераторов для мойки и дезинфекции.

Зрелые дрожжи из каждого дрожжегенератора непрерывно отводят в головной чан бродильной батареи. В этот же чан непрерывно подают основную рассиропку, которую готовят из необработанной мелассы. Количество подаваемого сусла регулируют таким образом, чтобы в головном бродильном чане концентрация бражки была 10-12% по сахарометру, а содержание спирта в ней 5,0-6,0% об. В этом чане поддерживается температура 29-30°C, в последующих – 30-31°C, а в последнем – 29°C.

Бродильные чаны соединяются в батарею таким образом, чтобы бражка выходила из чана и поступала в следующий чан сверху по переточной трубе. Таким образом постоянно заполняются все бродильные чаны батареи на 90% общей емкости.

Во избежание осаждения дрожжей, а также с целью интенсификации процесса брожения следует принудительно перемешивать бражку. Для этого все бродильные чаны, кроме головного, оборудуются мешалками.

Кислотность бражки 0,4-0,5°. Нарастание кислотности не допускается. Продолжительность брожения, включая дрожжегенерирование, составляет 24-30 ч. Из последнего чана бродильной батареи бражка поступает на перегонку. Содержание спирта в зрелой бражке 8,5-9,0% об., а несброженных сахаров 0,3-0,4 г/100см³. В процессе сбраживания мелассного сусла образуется большое количество пены. Пена, образующаяся в дрожжегенераторах, направляется в чаны-пеноловушки, где она гасится, а образовавшаяся жидкость отводится в четвертый или пятый чан бродильной батареи.

Углекислый газ, выделяемый при брожении, из дрожжегенераторов и бродильных чанов, отводится в пеноловушку, а из нее – в спиртоловушку. Водно-спиртовая жидкость из спиртоловушек направляется в бражку, идущую на перегонку.

Для периодической мойки и дезинфекции бродильные чаны освобождают, перекачивая сбраживаемую массу в последующий чан, на который переводится поток сусла. Освобожденный чан моют и стерилизуют пропариванием с нагревом до 100°C с выдержкой при этой температуре 30 мин. После расхолодки в чан направляют поток сусла и освобождают для дезинфекции очередной чан.

Однопоточная схема. По однопоточной схеме из всей подработанной мелассы непрерывно готовится сусло с концентрацией сухих веществ 20-22% по сахарометру в зависимости от доброкачественности

мелассы (рис. 5.2). Кислотность сусла должна быть $0,4-0,5^{\circ}$. Сусло непрерывно подается в один из дрожжегенераторов, куда предварительно заданы маточные дрожжи из большого аппарата чистой культуры. Количество маточных дрожжей должно быть 10-15% от полезной емкости дрожжегенератора.

После заполнения первого дрожжегенератора на 90% его емкости из него передают 50% дрожжей во второй дрожжегенератор и начинают приток сусла в оба дрожжегенератора. Количество сусла, протекающего за 1 ч в дрожжегенераторы, называемое в практике коэффициентом притока, должно составлять 16-18% от их общей емкости. Концентрация сухих веществ в дрожжегенераторах должна быть 14-15% по сахарометру, концентрация спирта достигает 2,5-3,5% об.

В течение всего процесса дрожжегенерирования массу непрерывно аэрируют с расходом воздуха $3,5-4,0 \text{ м}^3$ на 1 м^3 среды.

Емкость дрожжегенераторов составляет 20-25% от суммарной емкости бродильных чанов, а при выработке хлебопекарных дрожжей емкость их увеличивается до 25-30%. Продолжительность дрожжегенерирования равна 6-7 ч. На стадии дрожжегенерирования сбраживают около 30% от всего количества сахара, содержащегося в мелассе. Когда количество дрожжевых клеток в дрожжегенераторах достигает 90-110 млн. в 1 см^3 , начинают переток массы из дрожжегенератора в первый (головной) чан бродильной батареи.

Сбраживание, переток бражки из чана в чан, перемешивание осуществляется так же как в батарее двухпоточной схемы. Температура в бродильных чанах не должна превышать $32-33^{\circ}\text{C}$, а при получении хлебопекарных дрожжей $31-32^{\circ}\text{C}$, в последних двух чанах батареи – $28-29^{\circ}\text{C}$. Продолжительность брожения около 30 ч, а при получении хлебопекарных дрожжей – 24-27 ч, включая дрожжегенерирование.

Из последнего чана бродильной батареи зрелая бражка поступает на перегонку. Отброд зрелой бражки 5,0-6,5% по сахарометру, кислотность $0,4-0,5^{\circ}$, содержание спирта 8,0-8,5% об. и не более $0,3-0,4 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ несброженного сахара.

Освобождение бродильных чанов для дезинфекции осуществляется так же, как и при двухпоточной схеме сбраживания.

5.4.3. Технологическая схема приготовления дрожжей

Мелассу из хранилища насосом подают через автоматический пробоотборник 1 (рис. 5.3) в сборник 2, откуда она поступает для взвешивания

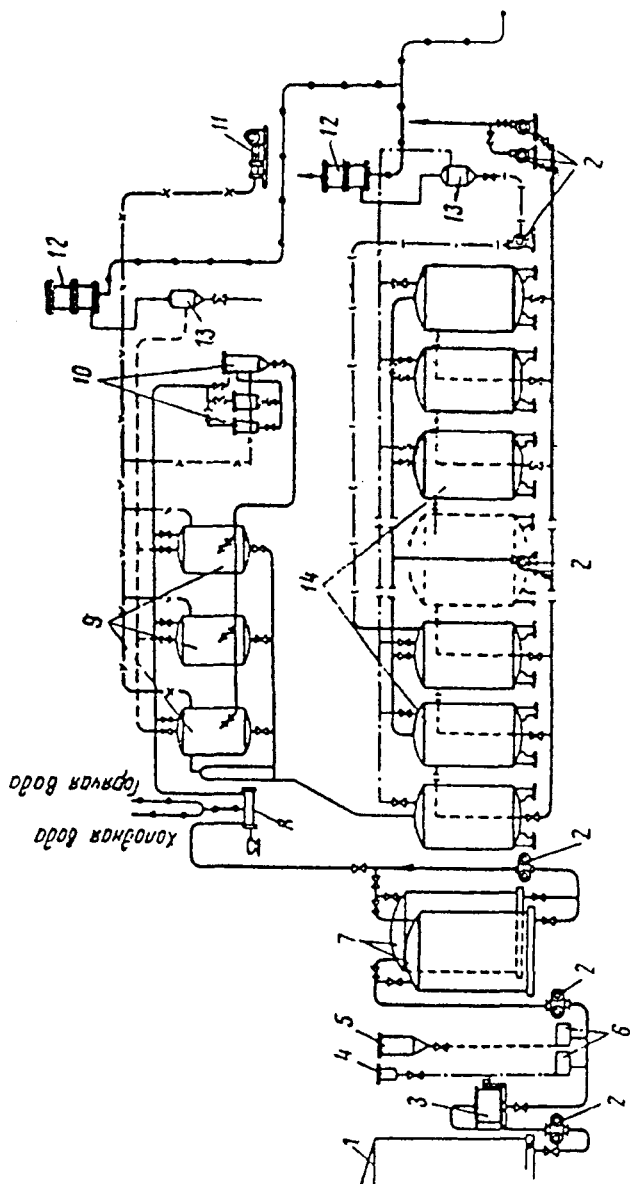


Рис. 5.2. Однопоточная схема переработки мелассы:

1 — бак для мелассы; 2 — насос; 3 — насос для взвешивания мелассы; 4 — чанок для антисептика; 5 — чанок для серной или соляной кислоты; 6 — дозаторы; 7 — чаны суточного запаса мелассы; 8 — рассиронник; 9 — дрожжевые аппараты; 10 — аппарат чистой культуры дрожжей; 11 — компрессор; 12 — спиртоловушка; 13 — пеноловушка; 14 — бродильный чан.

вания в сборники 3, установленные на весах. Пока производится взвешивание на одних весах, со сборника вторых весов меласса сливается в смеситель 4. Здесь меласса смешивается с кислотой и антисептиком, поступающим из мерников 5 и 6. Из смесителя смесь поступает в сборники 8, емкость которых рассчитана на суточный запас. Смеситель 7 предназначен для разбавления серной кислоты, если она используется для подкисления. Смесь мелассы, кислоты и антисептика после выдержки в сборниках 8 в течение 16-18 ч перекачивается насосом 9 в напорный чан 12. Насос приводится в действие электродвигателем 11 через редуктор 10. Для автоматизированной работы насоса в напорном чане установлены контактные датчики уровня 18, изолированные от крышки чана. Эти датчики посредством реле 19 и 20 автоматически включают электродвигатель насоса, подающего мелассу в напорный чан. Расстояние между пластинами подбирается с расчетом, чтобы объем мелассы между ними обеспечивал 1-1,5-часовую работу завода. Из чана 12 через пневматический клапан 22 и регулятор расхода 21 меласса непрерывно поступает в рассиропник 13, где она разбавляется водой. Холодная и горячая вода поступает из сборников 14 и 15.

Постоянный расход мелассы поддерживается пневматическим клапаном 22, управляемым от вторичного прибора 24.

Концентрация сусла измеряется плотномером 25. Постоянная концентрация его поддерживается вторичным прибором 26, который воздействует на пневматический клапан 22, установленный на трубе холодной воды. Необходимая температура регулируется терморегулятором, связанным с пневмоклапаном, установленным на трубе горячей воды.

Сусло с концентрацией сухих веществ 20-22% по сахарометру поступает в дрожжегенератор 16 и далее в бродильную батарею. Контактные датчики уровня 23 установлены и в дрожжегенераторах. Схемой предусмотрено автоматическое пеногашение с помощью устройства 17.

5.4.4. Сбраживание и переработка сахара-сырца

Сахар-сырец перерабатывают в виде раствора (рассиропки) в смеси с суслом из крахмалистого сырья и мелассы по любой схеме, принятой на производстве.

Так как в сахаре-сырце, содержащем почти одну сахарозу, отсутствуют питательные вещества и микроэлементы, то сбраживание

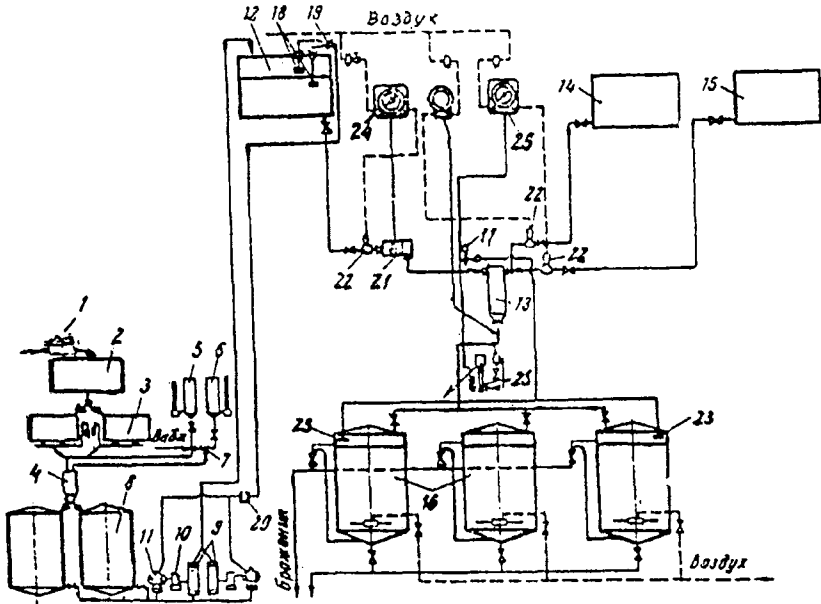


Рис. 5.3. Апаратурно-технологическая схема приготовления дрожжей при переработке мелассы

его в смеси с мелассой в большем соотношении, чем 50%, имеет свои особенности. Основные из них – дополнительный расход азотистого питания, увеличение срока брожения и меньший выход спирта.

При переработке одного сахара-сырца продолжительность брожения составляет 45-50 ч, т.е. почти в два раза больше продолжительности брожения сахара мелассы. Концентрация сушла 14-15%, температура брожения в дрожжегенераторе 28-29°C, в бродительных чанах – 30-31°C. Отброд 0,8-1,0°, кислотность 0,3-0,4° (рН 4,3-4,6), содержание несброженного сахара в бражке 0,05-0,15 г/100см³. Расход химикатов (кг/т): карбамида 7,5; ортофосфорной кислоты или диаммонийфосфата 2,5. Целесообразно добавлять кукурузный экстракт, который является источником ростковых веществ, в количестве 20 кг на 1 т сахара.

5.5. Подготовка зерна и сочного сырья для разваривания

Особенностью переработки картофеля и зерна при производстве спирта является то, что последние содержат крахмал. Для получения

спирта из крахмалистого сырья требуется производить осахаривание крахмала. эта операция осуществляется с помощью амилолитических ферментов солода или плесневых грибов. Так как крахмал находится в клетках сырья, он не доступен для действия амилазы. Для подготовки крахмала его необходимо освободить от клеточной оболочки.

Подготовку крахмала к осахариванию производят развариванием сырья, при котором нерастворимый крахмал превращается в растворимый. Разваривание производят при 120-150°С. Переработку картофеля и зерна на спирт осуществляют по схеме:

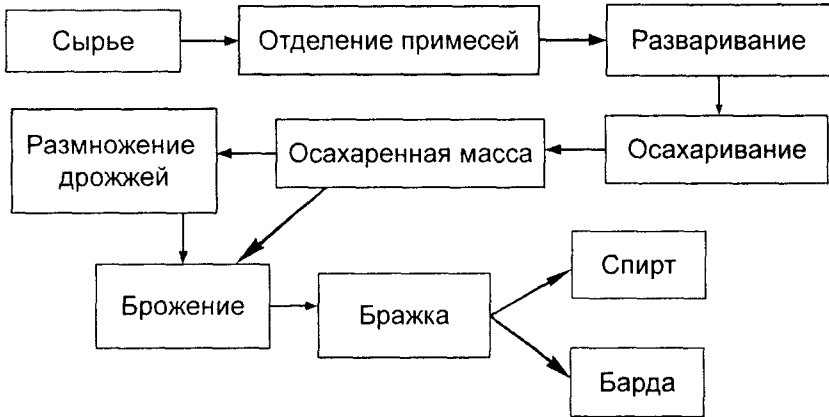


Рис. 5.4. Схема переработки зерна и картофеля на спирт.

5.5.1. Подготовка картофеля

Подготовительные работы по переработке картофеля состоят в доставке его из буртового поля на завод, отделения соломы и камней, отмывания грязи и взвешивания. Схема подготовительных операций показана ниже.

Картофель из буртового поля подвозят автомобилями или авто-тележками к запасным закромам (бункерам-питателям). На дне бункеров устраивают гидротранспортеры, с помощью которых картофель транспортируют на картофелемойку. В гидротранспортерах монтируют устройства для отделения легких примесей (соломы) и твердых (камней песка). Перед поступлением на мойку транспортерная вода отделяется на решетчатых водоотделителях.

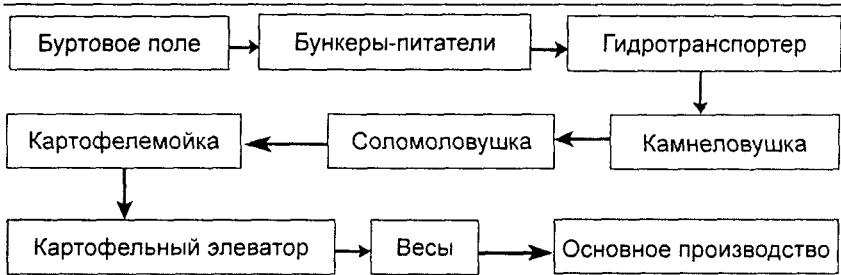


Рис. 5.5. Схема подготовка картофеля для переработки

5.5.2. Подготовка зерна

Зерно из зернохранилища на завод транспортируют автомобилями, железнодорожным транспортом, пневматическим или другим внутризаводским транспортом.

Все виды зерна, поступающие на производство, необходимо очистить от примесей, так как они могут вызвать быстрый износ заводской аппаратуры. Очистка зерна от пыли, земли, мелких камней и грубых примесей производится на зерновых сепараторах, а от металлических примесей (гвозди, гайки, куски проволоки) – на магнитных сепараторах. Переработка беспленочного зерна не требует подработки, поэтому оно после очистки поступает на разваривание. Пленчатое зерно содержит большое количество пленок; их содержание (%): ячмень – 7-17, просо – 16-25, овес – 25-40 от количества зерна. Подработка пленчатого зерна производится на специальном оборудовании, применяемого в зерноперерабатывающих предприятиях.

5.5.3. Солод и приготовление солодового молока

Выращивание солода освещено ранее в главе 3, где указано на особые условия получения зеленого солода в спиртовом производстве. Готовый зеленый солод направляют в варочный цех с помощью различных транспортных устройств для его дробления, дезинфекции и приготовления солодового молока. Дезинфекция необходима для удаления из солода микроорганизмов, которые в условиях ращения солода интенсивно развиваются. Для дезинфекции используют хлорную известь или формалин. При транспортировке солода гидравлическим способом дезинфекция не требуется. При отсутствии реагентов производят тщательную промывку солода теплой и холодной водопроводной водой.

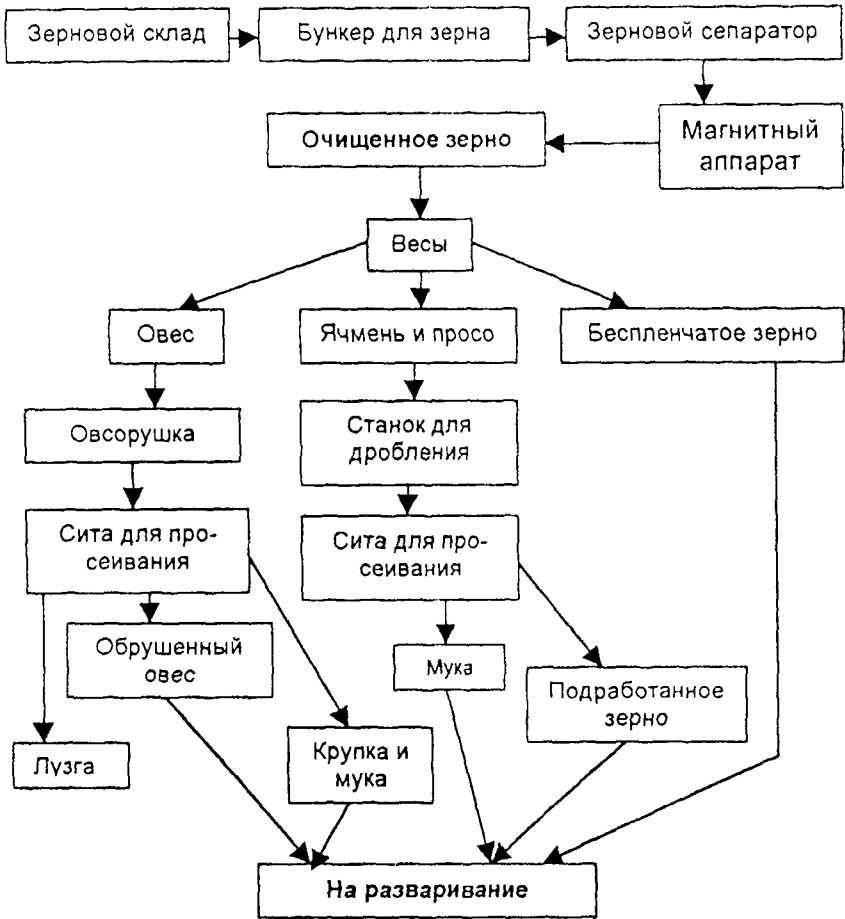


Рис. 5.6. Схема подготовительных операций при переработке зерна

Для гидравлической подачи солода вдоль солодовни ниже пола на 0,5-0,7 м прокладывается наклонная труба 2 (рис. 5.7), к которой из каждого растительного ящика 1 подведен поперечный гидравлический транспортер. В этом месте сито имеет узкую съемную полосу. В токовой солодовне делаются канавки вблизи грядок. Солод вместе с водой насосом 3 перекачивается на барабанное разделительное сито 4. Транспортная вода проходит уловитель корешков 5, а солод направляется в

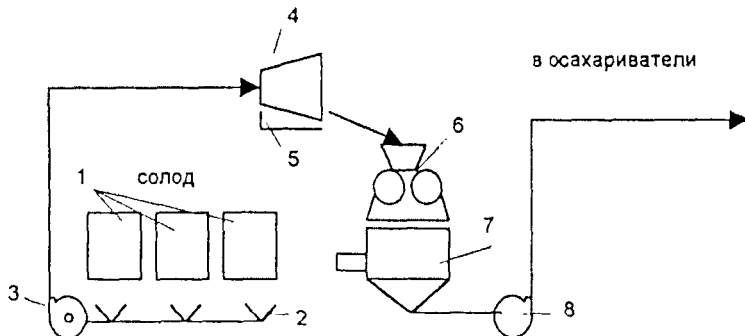


Рис. 5.7. Схема гидроподдачи и приготовления солодового молока.

дробилку 6 и из нее в чан для приготовления солодового молока 7. Солодовое молоко насосом 8 подается в осаживатели.

5.5.4. Плесневые грибы и приготовление суспензии гриба

Для осахаривания разваренной массы взамен солода применяют ферменты плесневых грибов *Аспергиллюс авамори*, *Аспергиллюс оризе*, *Аспергиллюс нигер*. Комплекс ферментов *Аспергиллюс авамори* характеризуется высоким содержанием α -гликозиды и декстринофосфатазы, малым содержанием α -амилазы и отсутствием протеолитических ферментов. Поэтому при осахаривании разваренной массы культурой *Аспергиллюс авамори* ее применяют в смеси с культурой *Аспергиллюс оризе*, обладающей высокой протеолитической активностью. Применяют смесь из 4% *Аспергиллюс авамори* и 1% *Аспергиллюс оризе* от количества крахмала перерабатываемого сырья. Взвешенную культуру подают в сборник и перемешивают с 4-5 объемами воды при 30-35°C, содержащей 0,1-0,15% формалина. Полученную смесь тщательно перемешивают в течение 40-45 мин и перекачивают в расходный сборник. Температуру при осахаривании поддерживают 57-58°C.

Приготовление культур гриба готовят как поверхностным, так и глубинным способами.

5.6. Тепловая обработка сырья

5.6.1. Разваривание и осахаривание крахмалистого сырья

Для разрушения клеток сырья и высвобождения заключенного в растительных клетках крахмала, перевода крахмала в растворимое состояние для полного воздействия на него осахаривающих ферментов крахмалистое сырье (зерно, картофель) подвергаются тепловой обработке – развариванию. Разваривание производится в водной среде под действием пара в специальных аппаратах периодического или непрерывного действия.

При повышении температуры сырье постепенно прогревается. При температуре выше 70°C крахмал клейстеризуется, а при повышении температуры более 120°C переходит в растворимое состояние. Клеточные стенки изменяются при более высокой температуре – около 140°C и выше. При действии высоких температур цементирующие вещества клетки растворяются, ткань становится гибкой и непрочной. Часть цементирующих веществ разлагается и образует сбраживаемые вещества. Значительно изменяются белковые вещества, часть из них при температуре около 100°C свертывается и переходит в нерастворимое состояние. При дальнейшем повышении температуры до 140°C, белковые вещества вновь переходят в растворимое состояние и даже в большем количестве, чем до разваривания.

В результате теплового воздействия на картофель или зерно достигаются нужные изменения как в составе, так и в физическом состоянии сырья. Однако процесс связан и с нежелательными явлениями. При температуре выше 100°C начинают карамелизоваться сахара, образуя несбраживаемые и вредно действующие на дрожжи вещества. Часть сахаров соединяется с аминокислотами, образуя меланоидины. Образованные вещества придают разваренной массе коричневый цвет. Процессы карамелизации и меланоидиновые реакции приводят к потерям крахмала. Поэтому при разваривании стараются избегать слишком высоких температур, не допуская недовара отдельных частей сырья.

Вследствие резкого перепада давления в варочном аппарате и выдерживателе (от 3,5-4,5 до 0,2-0,5 ат), проходя через решетку, сырье механически разрушается. Кроме того, излишнее тепло разваренной массы расходуется на образование пара. Так как прочность клеточных стенок уже нарушена, то они не выдерживают давления пара,

образовавшегося в них, и разрываются. Сырье теряет свою структуру, размельчается и превращается в однообразную массу.

Главной составной частью разваренной массы является крахмал, придающий ей свойство густого малоподвижного клейстера. Кроме крахмала в растворе находятся белки, соли и другие растворимые вещества. Чем выше температура варки, тем больше некрахмалистых веществ переходит в раствор. Разваренную массу нельзя без осахаривания расхоложивать, так как крахмал снова переходит в нерастворимое состояние и выпадает в осадок, застывает. Разваренную массу нельзя спускать на холодную поверхность осахаривателя.

Для разваривания сырья при периодической схеме применяют специальный разварник, который представляет собой сварной цилиндрическо-конический аппарат. Такая форма удобна для лучшего распределения пара при варке и для выдувания разваренной массы без остатка.

Разварник состоит (рис.5.8) из корпуса 1, загрузочного люка 2, выдувной коробки 3. Для предохранения стенок от быстрого износа в нижнюю часть конуса вставляют сменную гильзу 10 из стали толщиной 3 мм. В выдувной коробке установлена решетка 11 для измельчения сырья при выдувании и удержания посторонних предметов, попавших с сырьем. Над решеткой в коробке находится люк 12 для очистки решетки при закрытом коническом клапане 13. Пар вводится через патрубки 14, через патрубок 15 при необходимости отводится конденсат при разваривании картофеля.

Поступление пара регулируется вентилем 4. На пароотводящей трубе устанавливается обратный клапан 5, препятствующий попаданию сырья из разварника в паропровод.

Через вентиль 6 подают пар при выдувании разваренной массы.

На крышке разварника к патрубку 7, защищенному изнутри сеткой, присоединяются вентили 8 для вытеснения воздуха при загрузке аппарата и 9 для циркуляции, т.е. перемешивания сырья паром. Кроме этого на разварнике, как на сосуде, работающем под давлением, обязательно устанавливается предохранительный клапан (штуцер 18) и манометр 16. Для отбора пробы служит пробоотборное устройство 17.

5.6.2. Периодическая схема разваривания и осахаривания

Разваривание. Картофель загружают в разварник под горловину и при крахмалистости его до 18% варят без добавления воды.

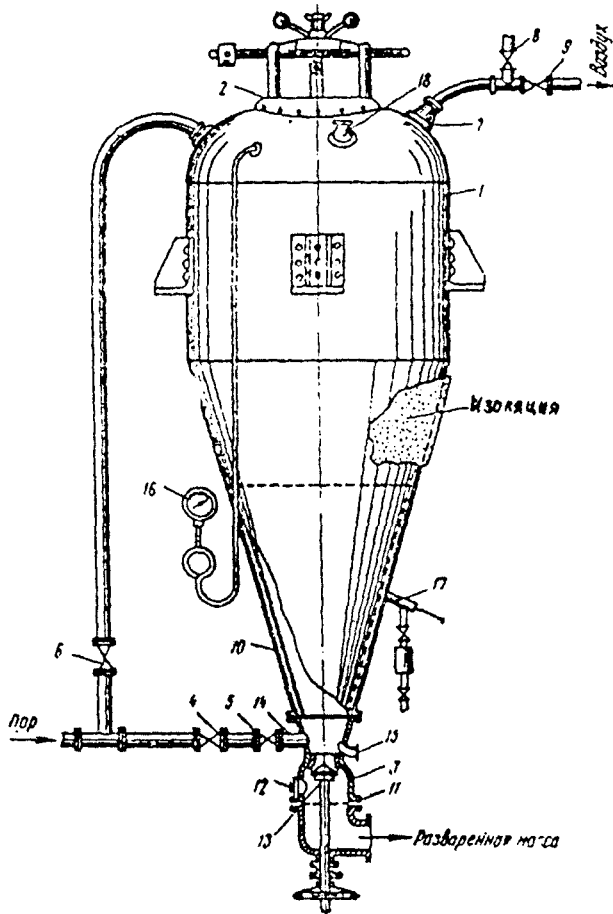


Рис. 5.8. Разварник для крахмалистого сырья

При более высокой крахмалистости добавляют 4-5 дал на каждый тонно-процент крахмала. Добавляют также воду при разваривании мороженого картофеля из расчета 20-30 кг на 1 т.

При переработке зерна сначала набирают воду температурой 75-80°С из расчета 2,5-2,8 л на 1 кг и засыпают зерно, оставляя незаполненным пространство высотой 0,7 м. Закрыв люк, пускают пар в разварник и сначала в течение 5-7 мин вытесняют воздух. После этого увеличивают подачу пара, за 10-15 мин повышают давление до заданной величины.

При переработке мороженого картофеля давление вначале до 2-2,5 *ати* повышают медленно (20-25 *мин*), затем до заданной величины – быстро.

Циркуляцию проводят открыванием вентиля до снижения давления на 0,5-0,6 *ати*, в результате происходит самоиспарение и поднимающиеся пузырьки пара перемешивают сырье.

Нормальный картофель разваривают при давлении 3,5-4,0 *ати* (145-151 °С), проводя 2-3 циркуляции. по 1-2 *мин*. Общая продолжительность варки 50 *мин*. Мороженый картофель варят при 4,0 *ати*.

Каждая культура зерна требует определенного режима разваривания (табл. 5.2).

При достижении давления 3,5 *ати* проводят первую двухминутную циркуляцию, повторяя ее затем через 5-7 *мин*. Готовая масса должна быть темно-желтой или светло-коричневой, в ней не должны содержаться не разваренные зерна.

К загрузке разварника приступают тотчас же после выдувания из него массы, соблюдая при этом меры предосторожности. До открытия загрузочного люка отключают верхнюю подачу пара, прочно закрывают выдувной клапан и задвижку на выдувной трубе, соединяют разварник с атмосферой. Когда стрелка манометра установится на нулевом делении, медленно открывают крышку разварника.

Осахаривание. Из разварника разваренная масса выдувается в заторно-холодильный чан, куда для разжижения первой порции крахмала задается 3-5% солодового молока.

Процесс смешивания разваренной массы с солодовым молоком называется *затиранием*, поэтому разваренная масса называлась ранее *сладким затором*. В настоящее время осахаренную массу называют суслом.

Для удаления большого количества пара на крышке заторно-холодильного чана монтируется вытяжная труба (экспаустер) диаметром

Таблица 5.2

Режимы разваривания зерновых культур

Зерно	Давление, <i>ати</i>	Температура, °С	Продолжительность, <i>мин</i>
Рожь, овес обрушенный	4,0	151	70-75
Ячмень подработанный	4,0	151	80-85
Пшеница	4,5	155	85-90
Овес целый	4,5	155	80-90
Ячмень целый	4,5	155	90-95
Просо подработанное	4,5	155	85-90
Кукуруза, просо целое	5,0-5,5	158-161	90-100

500-700 мм. Пар сбрасывается за пределы помещения в атмосферу. Для улавливания крахмалоловушка – аппарат, по конструкции аналогичный разварнику, но меньших размеров. В крахмалоловушке крахмал накапливается от нескольких циклов варки, а затем доваривается и выдувается в заторно-холодильный чан.

Заторно-холодильный чан представляет собой невысокий цилиндрический сосуд со сферическим днищем (рис. 5.9), оборудованный мешалкой и змеевиками. Его вместимость должна быть равна объему одного или двух разварников с запасом 15-29%.

После выдувания массы включают мешалку и пускают воду в змеевик для охлаждения ее. При охлаждении массы до 62°C в заторный чан заливает солодовое молоко, вследствие чего температура снижается до 60°C , размещивают 5 мин и расхлаживают до температуры складки суслу в бродильном чане. Наиболее благоприятной температурой складки (начала брожения) является $18-20^{\circ}\text{C}$. Так как в бродильный чан вмещается несколько заторов, то в первый затор после расхлаживания до 30°C спускают зрелые дрожжи, предназначенные на весь

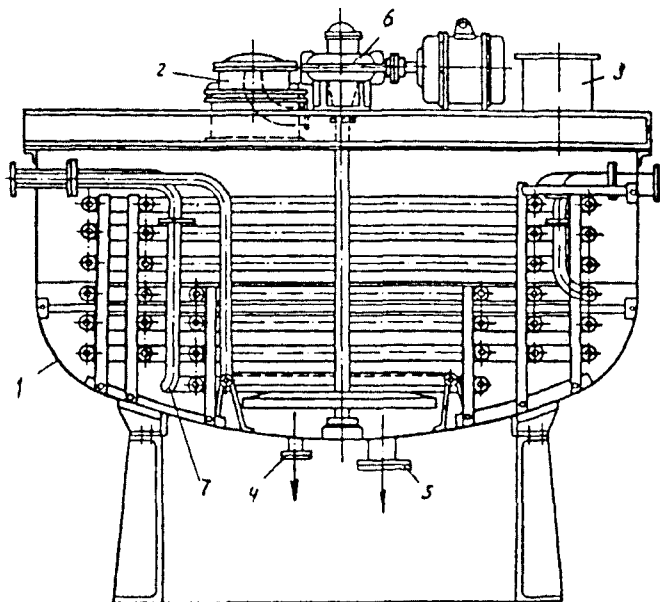


Рис. 5.9. Заторно-холодильный чан:

1 – корпус; 2 – колпак с выдувным штуцером; 3 – труба отвода пара; 4 – штуцер отвода промывных вод, 5 – штуцер для отбора суслу; 6 – мешалка; 7 – змеевик.

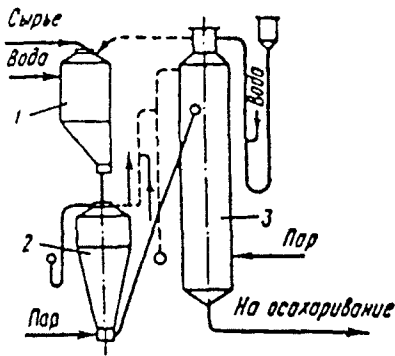


Рис. 5.10. Схема полунепрерывного разваривания:

1 – предразварник; 2 – разварник;
3 – выдерживатель.

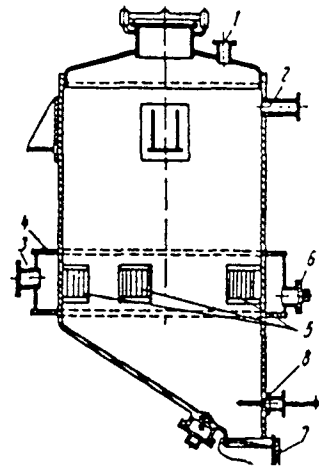


Рис. 5.11. Предразварник:

1 и 2 – патрубки для пара и горячей воды; 3 – штуцер подвода пара; 4 – паровая рубашка; 5 – решетки; 6, 7 – люки; 8 – ворошитель.

бродильный чан, после чего расхоложивают до температуры складки и перекачивают его в бродильный чан. До подготовки следующего затора дрожжи начинают сбраживать сахар первого затора, а затем и остальную часть сахаров, поступающих со следующими заторами.

5.6.3. Полунепрерывная схема разваривания и осахаривания

Сырье (рис.5.10) после взвешивания распределительным шнеком направляется в предразварники 1. Это цилиндро-конические герметические аппараты, по объему равные разварнику, работающие без повышенного давления (рис. 5.11). Предразварники оборудованы загрузочными и спускными люками и парораспределительной системой. Загруженное в предразварник сырье после добавления к нему горячей воды подогревается до состояния набухания циркуляционным или сдувочным паром (экстрапаром), который поступает из выдерживателя.

Подогретое сырье из предразварника поступает в разварник 2, где при установленном режиме варится и выдувается за 10-15 мин до полной готовности в выдерживатель-паросепаратор 3.

Выдерживатель представляет собой высокий цилиндрический сосуд, объем которого не менее трех объемов разварника. Разваренная масса вводится в верхнюю часть тангенциально, сюда же вводится и циркуляционный пар. Высота пространства над вводом разваренной массы должна быть не менее 1,5 м.

В верхней части установлен паросепаратор, отделяющий экстрапар, который направляется в предразварники для подогрева сырья, а избыток – в бак для подогрева воды. Выдерживатель снабжен гидравлическим затвором, поддерживающим избыточное давление 0,5 *ати*. В выдерживателе масса находится 40-45 *мин*.

Масса из разварников выдувается в выдерживатель поочередно с таким расчетом, чтобы он постоянно был заполнен. Далее начинается непрерывный процесс выдержки и поступления сваренной крахмалистой массы в осахариватель и ее осахаривание.

При непрерывном осахаривании заторно-холодильный чан называется *осахаривателем*. Он представляет собой аппарат типа заторного чана, но по объему значительно меньше, так как время пребывания в нем разваренной массы всего 15-25 *мин*. Для первоначального заполнения осахаривателя вначале задают в него 5% солодового молока, воду, чтобы покрыть лопасти мешалки, и заполняют осахариватель разваренной массой из выдерживателя при работающей мешалке.

После заполнения и охлаждения до 60°С спускают остальное количество солодового молока, рассчитанное для данного количества крахмала, находящегося в осахаривателе, и останавливают мешалку на 15-20 *мин* для осахаривания. Проверив полноту осахаривания, включают насос для перекачивания сусла через теплообменник в бродильный чан. Одновременно в осахариватель спускают массу из выдерживателя и солодовое молоко из расходного чана. Таким образом осуществляется непрерывное осахаривание при постоянной температуре и откачке сусла на расхолодку.

Расхолодка сусла до температуры складки осуществляется в теплообменнике типа “труба в трубе”, который устанавливается на пути движения сусла в бродильные чаны.

Важным условием хорошего осахаривания является поддержание постоянной температуры и правильной дозировки разваренной массы и солодового молока. Расход солодового молока составляет 12-15% от объема сусла. Солодовое молоко подается специальным дозатором. Лучшим видом дозировки является применение трехплун-

жерного насоса, один из плунжеров которого предназначен для подачи солодового молока в осахариватель, а остальные – для перекачивания осахаренной массы на холодильник. Применяются также дозаторы, выполненные в виде турникета.

Непрерывный процесс ведется до остановки на дезинфекцию.

5.6.4. Непрерывное разваривание

Непрерывное разваривание характеризуется тем, что обрабатываемая масса постоянным потоком движется через варочный аппарат, входя в него в сыром виде и удаляясь в готовом. При непрерывном разваривании необходимо обеспечить равномерный поток развариваемой массы в аппарат. Всякое отклонение в движении массы вызывает неравномерность ее разваривания. Поэтому для успешного проведения процесса необходимо создать условия, устраняющие проскок и запаздывания в движении отдельных частиц массы в варочном аппарате. Во всех схемах непрерывного разваривания применяют сырье в измельченном виде. Непрерывное разваривание размельченного сырья состоит из следующих операций: дробление сырья, дозирование его и воды, приготовление замеса (смеси дробленного зерна и воды) и разваривания. Процесс разваривания состоит из двух стадий: нагрев замеса (или картофельной каши) до температуры варки и выдержка замеса при этой температуре.

Схемы отличаются друг от друга применяемыми аппаратами, а также машинами для дробления и величиной раздробленных частиц. Тонкое дробление позволяет проводить разваривание при мягком режиме, крупное дробление требует более жесткого режима. Во всех схемах непрерывного разваривания предусмотрена установка паросепаратора для отделения пара от разваренной массы.

Чемерская схема. Схемой (рис. 5.12.) предусмотрено дробление зерна и картофеля на молотковых дробилках, приготовление замеса, нагрев замеса вторичным паром, разваривание в варочном аппарате в распыленном состоянии и доваривание в выдерживателе.

Замес нагревают вторичным паром в смесителе до 50°C. Для полного использования вторичного пара производят дальнейший нагрев замеса в аппарате предварительного нагрева. Он представляет собой цилиндрический сосуд с коническими крышкой и днищем. В верхнюю часть этого аппарата вмонтирован распылительный диск, закрепленный на валу и вращающийся со скоростью 700-800 об/мин. Зерновой замес или картофельную кашку плунжерным насосом подают на распылитель-

ный диск этого аппарата; масса распыляется в горизонтальной плоскости, попадает на стенки аппарата и в виде тонкой пленки стекает вниз. Зерновой замес греют от 50 до 85-90°C. Нагрев производят быстро, клейстеризации крахмала почти не происходит, и поэтому нагретый замес перекачивают насосом в варочный аппарат без затруднений.

Варочный аппарат и выдерживатель представляют собой обычные цилиндроконические разварники. Внутри варочного аппарата в верхней части расположен распылительный диск, как и в аппарате предварительного нагрева; на высоте 1,8 м от нижнего днища установлен полплавок-регулятор, таким образом, часть емкости варочного аппарата используют для выдержки массы при заданной температуре. Пар подают в нижнюю часть аппарата и вводят непосредственно в массу. В варочном аппарате масса вторично распыляется, при смешивании с паром быстро нагревается и выдерживается здесь в течение 8-9 мин при 130°C при переработке картофеля и 140°C при переработке зерна.

Разваренная масса из варочного аппарата поступает в выдерживатель, где ее выдерживают 26-30 мин, затем – в паросепаратор. Массу из паросепаратора направляют на осахаривание.

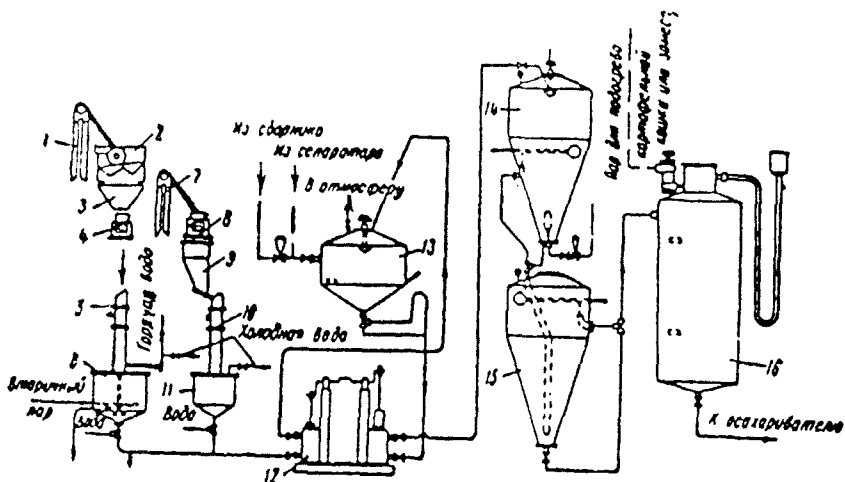


Рис. 5.12. Чемерская схема разваривания:

1 – зерновой элеватор; 2 – зерновой сепаратор; 3 – бункер для зерна; 4, 8 – автоматические весы; 5 – молотковая дробилка; 6- чан для приготовления замеса; 7 – картофельный элеватор; 9 – бункер для картофеля; 10 – молотковая дробилка; 11 – чан для картофельной каши; 12 – насос; 13 – аппарат для подогрева картофельной каши и замеса; 14 – варочный аппарат; 15 – выдерживатель; 16 – паросепаратор.

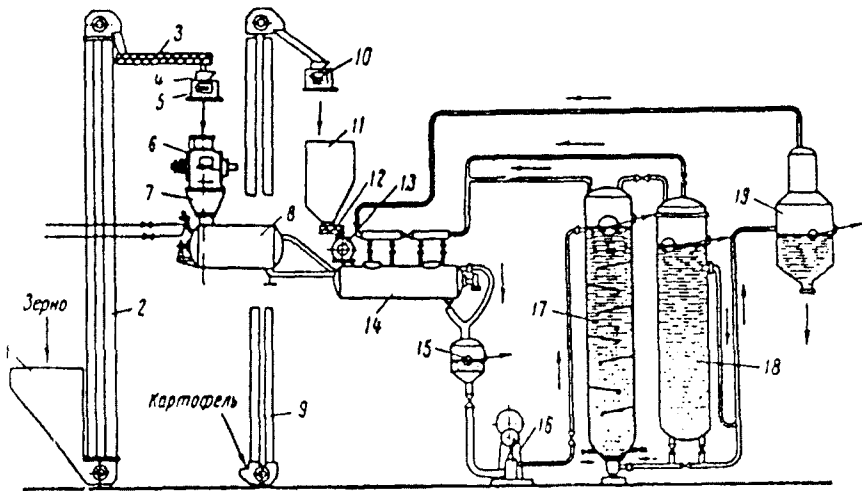


Рис. 5.13. Мичуринская схема разваривания:

1 – бункер для зерна; 2 – зерновой элеватор; 3 – шнек; 4, 7 – бункер; 5, 10 – автоматические весы; 6, 13 – дробилка; 8 – чан для приготовления замеса; 9 – картофельный элеватор; 11 – бункер для картофеля; 12 – шнек; 14 – предразварник; 15 – сборник замеса или картофельной кашки; 16 – насос; 17 – варочная колонна; 18 – выдерживатель; 19 – паросепаратор.

Мичуринская схема. Зерно дробят на молотковых дробилках или вальцовых станках (рис. 5.13), картофель – на картофельных терках или молотковых дробилках. Зерновой замес или картофельную кашку нагревают в предразварнике, разваривают в варочной колонне и доваривают в выдерживателе. Зерно с нормальной влажностью дробят сухим способом. Зерно с влажностью выше 17% дробят мокрым способом. Дробление зерна крупное. Это позволяет нагревать замес до 80-85°C, благодаря чему уменьшается расход пара на разваривание. Замес нагревают в предразварнике циркуляционным и вторичным паром. Нагретый замес или картофельную кашку подают насосом в варочную колонну, которая представляет собой вертикальный стальной цилиндр, разделенный по высоте восемью наклонными перегородками на девять секций. Перегородки имеют отбортовку вниз для того, чтобы проходящий пар мог бы собираться под перегородкой и образовывать паровые подушки. Паровая подушка облегчает перемешивание массы в каждой из секций. Поступление массы в колонну производится в верхней части под первую перегородку. В верхней крышке смонтированы штуцер для

отвода циркуляционного пара и штуцер для соединения с выдерживателем для поддержания одинакового давления в этих аппаратах.

Работа варочной колонны происходит следующим образом. В первую секцию варочной колонны насосом подают замес. Масса передвигается непрерывно, проходя все секции до выхода. Одновременно в нижнюю секцию колонны подают греющий пар, который проходит все секции, подогревая и перемешивая массу, конденсируется в верхней части. Несконденсированный пар и воздух из колонны по циркуляционному трубопроводу отводится направляется в предразварник. Температуру разваривания поддерживают в пределах 135-140°C. Время прохождения массы через колонну 20-25 мин. Масса из варочной колонны поступает в выдерживатель, где окончательно доваривается и через паросепаратор, где отделяется от нее пар, откачивается на осахаривание.

Загородная (Рязанская) схема. Дробление картофеля производится на картофелетерках, зерна – на вальцовых станках мокрым способом (рис. 5.14). Замес нагревают в смесителе и затем разваривают в варочном аппарате. Разваренную массу не выдерживают.

Благодаря мокрому помолу из вальцового станка в смеситель поступает зерновой замес, где его подогревают вторичным паром из

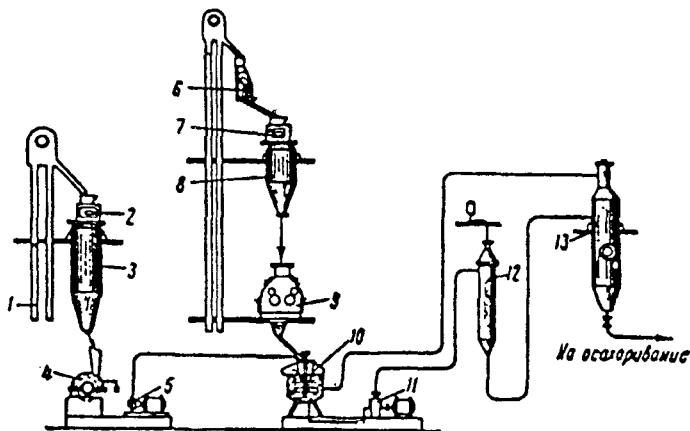


Рис. 5.14. Загородная схема разваривания сырья:

- 1 – картофельный элеватор; 2 – автоматические весы; 3 – бункер для картофеля; 4 – картофелемойка; 5 – насос для перекачки картофельной каши; 6 – магнитный сепаратор; 8 – бункер для зерна; 9 – вальцовый станок; 10 – смеситель-плодогреватель; 11 – насос для подачи замеса или каши в варочный аппарат; 12 – варочный аппарат; 13 – паросепаратор.

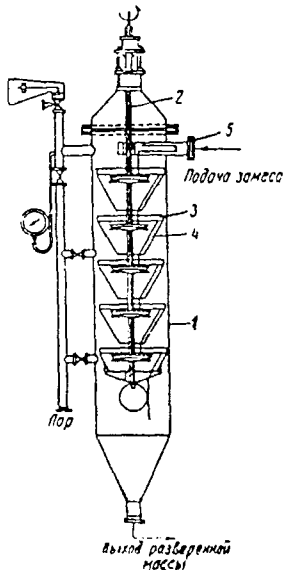


Рис. 5. 15. Варочный аппарат: 1 – колонка; 2 – вал; 3 – диски; 4 – конические насадки; 5 – штуцер подачи пара.

паросепаратора до 60-70°C. При таком нагреве используют значительное количество вторичного пара, но при этом происходит ферментативный гидролиз крахмала и полученные сахара теряются в результате образования мелаидинов. При переработке картофеля в смесителе картофельную кашку не нагревают.

Варочный аппарат (рис. 5.15) представляет собой вертикальную колонну, внутри которой вращается вал с пятью дисками. Между дисками по высоте колонны установлено пять конических насадок. Вал с дисками приводится в движение от электродвигателя. Частота вращения вала 500 об/мин. Пар вводят в колонну в трех точках на разной высоте аппарата. Разваренную массу отводят снизу. Температура нагрева массы в колонне 150-152°C. Длительность варки в колонне 4 мин.

Мироцкая схема разваривания. Схемой (рис. 15.16) предусмотрено дробление зерна на вальцовом станке, картофеля – на молотковой дробилке, приготовление зернового замеса, нагрев замеса и картофельной кашки – в трубчатом теплообменнике вторичным паром и разварнике – трубчатом варочном аппарате.

Измельченное зерно поступает в стекатель, где его смешивают с водой и полученный замес подогревают вторичным паром до 45-50°C. Зерновой замес или картофельную кашку подают насосом в варочный аппарат через теплообменник типа “траба в трубе”. По внутренней трубе движется масса, а в межтрубном пространстве – пар из паросепаратора. Нагрев производят до 75°C за 1-1,5 мин. В отличие от других схем непрерывного разваривания по Мироцкой схеме подогрев массы осуществляют на нагнетательном трубопроводе насоса, а не на всасывающем. Подогрев массы после насоса облегчает его работу и сокращает время пребывания массы при 50-70°C, что предотвращает крахмал от гидролиза, тем самым снижая потери связанные с образованием меланоидинов. Варочный аппарат состоит

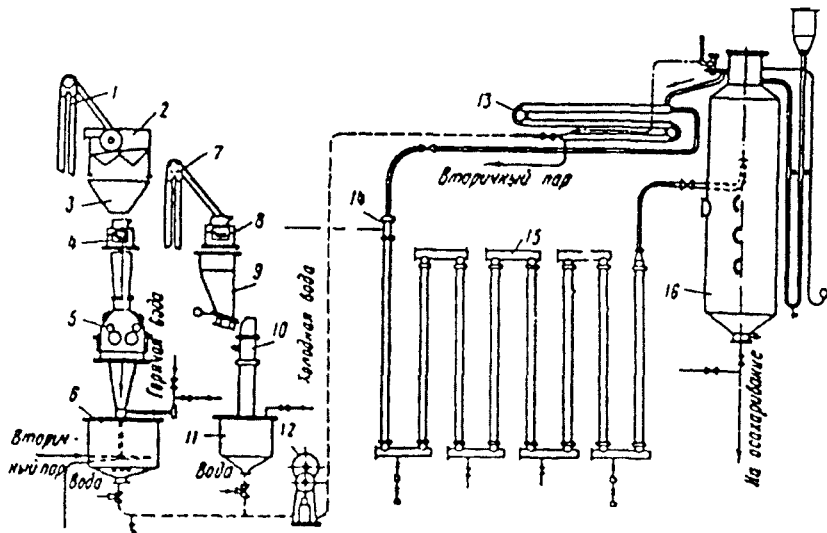


Рис. 5.16. Мировская схема разваривания сырья:

1 – зерновой элеватор; 2 – зерновой сепаратор; 3 – бункер; 4, 8 – автоматические весы; 5 – вальцовый станок; 6 – чан для приготовления замеса; 7 – картофельный элеватор; 9 – бункер для картофеля; 10 – молотковая дробилка; 11 – чан для картофельной кашки; 12 – насос; 13 – трубчатый подогреватель; 14 – контактная головка; 15 – варочный аппарат; 16 – паросепаратор.

из контактной головки и трубчатой системы. Контактная головка (рис. 5.17) состоит из паровой камеры и внутренней цилиндрической трубки с отверстиями, в верхней части трубки выполнено сужающееся отверстие – сопло. Замес или кашку картофельную непрерывно подают насосом во внутреннюю трубку контактной головки. Одновременно через отверстия трубки поступает греющий пар под давлением 7-8 *атм*. При этом контактная головка работает как инжектор, одновременно обеспечивая энергичное перемешивание с паром и инжектируя его из нагнетательного трубопровода насоса. В контактной головке замес нагревается до 165-170°C. Контактная головка крепится непосредственно к трубчатой системе аппарата, которая состоит из вертикальных труб диаметром 150 мм, последовательно соединенных горизонтальными трубами такого же диаметра под прямым углом. На всех фланцевых соединениях по ходу продукта установлены диафрагмы с отверстиями диаметром 40-50 мм. При прохождении массы через диафрагмы скорость ее движения значительно возрастает, а давление и температура понижаются. Вследствие перепадов температуры и

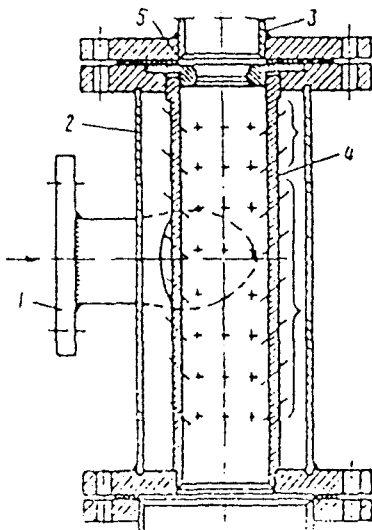


Рис. 5.17. Контактная головка:
1 – штуцер для ввода пара; 2 – корпус; 3 – трубопровод для поступления замеса; 4 – внутренняя цилиндрическая труба; 5 – сопло.

давления, вызванных диафрагмами, масса перемешивается и растительная ткань сырья диспергируется (измельчается). Прямоугольные коленчатые переходы усиливают перемешивание и диспергирование массы. На выходе аппарата поддерживают температуру 145-150°С. Продолжительность разваривания 1,5-2 мин. Масса из аппарата поступает в паросепаратор, а затем на осахаривание.

Преимущества в непрерывного разваривания являются: увеличение выхода спирта на 0,8-1,2 дал из тонны крахмала, улучшение условий труда и техники безопасности в варочном отделении, увеличение производительности оборудования варочного отделения, снижение расхода пара и более равномерное его потребление.

Мироцкая схема обеспечивает наиболее высокий выход спирта из тонны крахмала, аппаратное оформление ее несложное, но эта схема требует применения пара относительно высокого давления (7-8 атм). Наименьший расход пара на разваривание получен при Мичуринской схеме. Чемерская схема позволила в свое время использовать существовавшее оборудование периодических схем разваривания. В последние годы для непрерывного разваривания крахмалистого сырья применяются установки РЗ-ВРА-2000 и А2-ВРА-3000, разработанные ВНИИ пищевой биотехнологии и НПО "Пищепромавтоматика", выпускаемые серийно Смелянским машзаводом. Они и являются настоящее время основными.

Установка непрерывного разваривания крахмалистого сырья РЗ-ВРА-2000 работает следующим образом (рис. 5.18). Измельченное в молотковой дробилке зерно поступает в бункер, откуда дозируется на весоизмерительное устройство и направляется в смеситель. Одновременно сюда подается вода температурой 40-50°С в количестве, пропорциональном массе измельченного зерна. Из смесителя замес подается плунжерным насосом в подогреватель, где нагревается вторичным паром, поступающим из паросепаратора, до

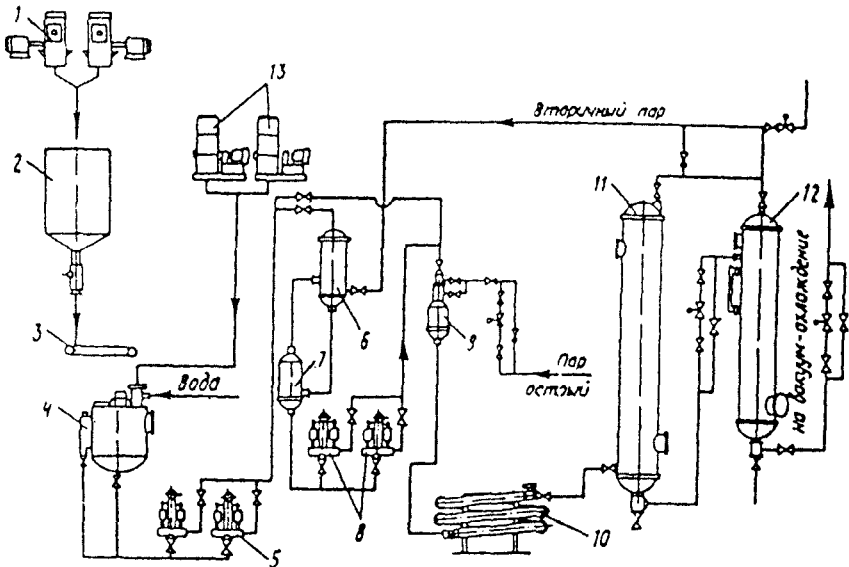


Рис. 5.18. Схема установки непрерывного разваривания P3-BPA-2000: 1 – дробилка молотковая для зерна; 2 – бункер для дробленого зерна; 3 – весоизмерительное устройство; 4 – смеситель; 5, 8 – плунжерные насосы; 6 – подогреватель замеса; 7 – промежуточная емкость; 9 – контактная головка острого пара; 10 – трубчатый разварник; 11 – выдерживатель; 12 – паросепаратор; 13 – дробилка молотковая для картофеля.

40-85°C и через промежуточную емкость, служащую для стерилизации плунжерного насоса, поступает в последний. Подогретый замес подается в контактную головку, где нагревается до температуры разваривания (130-150°C). Замес и часть несконденсировавшегося пара 1,5 мин выдерживается в трубчатом разварнике, где пар окончательно конденсируется. При прохождении по разварнику вязкость массы снижается под действием температуры и высокой скорости сдвига, развиваемой насосом. Из разварника масса направляется в выдерживатель, где находится под давлением, соответствующим температуре разваривания, в течение 40-45 мин, а затем выдувается в паросепаратор, охлаждается в нем до 102-108°C и идет на вакуум-охлаждение.

Картофель при переработке измельчается в молотковой дробилке и поступает в смеситель. Картофельная кашка плунжерным насосом подается в контактную головку острого пара, где нагревается до температуры разваривания. В дальнейшем процесс аналогичен переработке зерна.

Установка непрерывного разваривания А2-ВРА-3000 по конструкции аналогична установке РЗ-ВРА-2000, но в ее состав входит еще один дополнительный выдерживатель (рис.5.19).

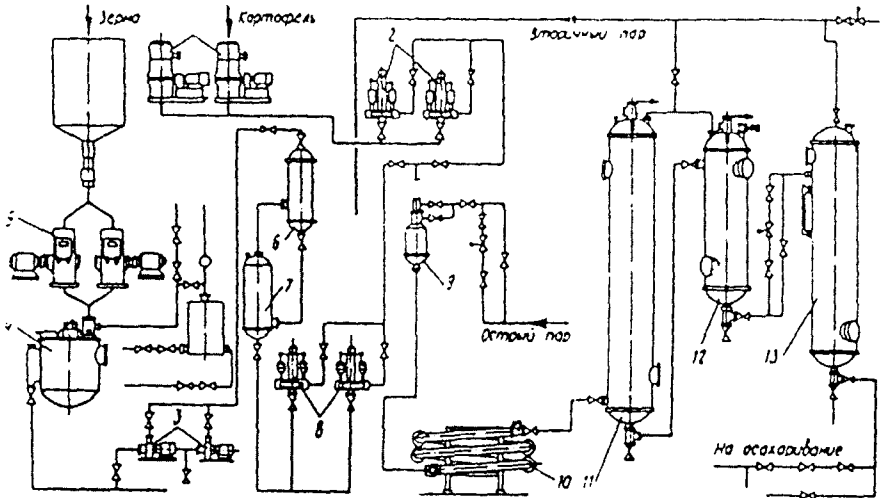


Рис. 5.19. Схема установки непрерывного разваривания крахмалистого сырья А2-ВРА-3000:

1 – дробилка сочного сырья; 2 – насосы для картофельной каши; 3 – насосы для зернового замеса; 4 – смеситель; 5 – молотковая дробилка для зерна; 6 – контактная головка вторичного пара; 7 – промежуточная емкость; 8 – насосы плунжерные; 9 – контактная головка острого пара; 10 – трубчатый разварник; 11 – первый выдерживатель; 12 – второй выдерживатель; 13 – паросепаратор.

Таблица 5.3

Техническая характеристика установок непрерывного разваривания

Показатели	РЗ-ВРА-2000	А2-ВРА-3000
Производительность, дал/сутки	2000	3000
Расход электроэнергии, кВт/ч	37,5	48
Расход пара при переработке зерна, кг/ч	1000	1250
Расход воды, м ³ /ч	7-9	9-12
Коэффициент автоматизации, %	93	76
Толщина стенок выдерживателя, мм	12	12
Установленный срок службы, лет	7	7
Габаритные размеры, мм	9800х3000х 100000	12800х3000х 100000
Масса, кг	24800	32000

Непрерывное осахаривание. При непрерывном осахаривании все операции по приготовлению осахаренной массы заключаются в: охлаждении сваренной массы, смешивании ее с солодовым молоком, осахаривании, охлаждении осахаренной массы. Все эти операции производят одновременно в нескольких аппаратах, соединенных между собой.

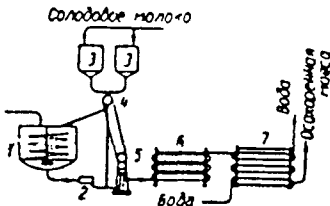


Рис. 5.20. Схема непрерывного осахаривания:

1 – осахариватель I-й ступени; 2 – ловушка; 3 – чанки солодового молока; 4 – дозатор; 5 – насос; 6 – осахариватель II-й ступени; 7 – теплообменник.

Процесс осахаривания осуществляется по схеме (рис. 5.20). Сваренная масса из выдерживателя непрерывным потоком поступает в осахариватель первой ступени, куда также подают 30% солодового молока. Осахариватель первой ступени, как указывалось выше, выполнен по принципу заторно-холодильного чана. В нем поддерживается температура 60-61°C с помощью змеевика. Длительность осахаривания 30-40 мин. Из осахаривателя первой ступени массу насосом подают в осахариватель второй ступени. Он состоит из нескольких труб об-

щей длиной 5-6 м. Остальные 70% солодового молока подают в трубопровод перед насосом. Количество солодового молока дозируют строго пропорционально по количеству сваренной массы, поступающей на осахаривание (16-18%). В осахаривателе второй ступени поддерживают температуру 57-58°C, длительность осахаривания 2-5 мин. Солодовое молоко можно прибавлять в один прием. В этом случае в осахариватель поступает все солодовое молоко. В осахаривателе поддерживают температуру 57-58°C, длительность осахаривания 25-30 мин. Осахаренную массу подают в теплообменник, где масса охлаждается до температуры брожения.

Осахаривание разваренной массы ферментами плесневых грибов. Для осахаривания солод может быть заменен ферментами плесневых грибов, приготовленными по одному из способов, описанных выше. Применяют ферменты плесневых грибов *Аспергиллюс авамори*, *Аспергиллюс оризе*, *Аспергиллюс нигер*. Комплекс ферментов *Аспергиллюс авамори* характеризуется высоким содержанием α -гликозидазы и декстринофосфатазы и отсутствием протеолитических ферментов. Поэтому культуру *Аспергиллюс авамори* при осахаривании разваренной массы применяют в смеси с культурой *Аспергиллюс*

оризе, обладающей высокой протеолитической активностью. Применяют смесь из 4% Аспергиллюс авамори и 1% Аспергиллюс оризе от количества крахмала перерабатываемого сырья. Взвешенную культуру подают в сборник и размешивают с 4-5 объемами воды при 30-35°C, содержащей 0, 1-0, 15% формалина. Смесь перемешивают в течение 40-45 мин и перекачивают в расходный сборник, откуда она поступает в осахариватель. Температуру осахаривания поддерживают 57-58°C.

Плесневой гриб Аспергиллюс авамори можно также применять для частичной замены солода. В этом случае используют 2% культуры гриба и 4% перерабатываемого сырья для приготовления солода.

При применении глубинной культуры гриба Аспергиллюс нигер ее вносят в осахариватель, куда одновременно подают разваренную массу. Количество вносимой грибной культуры составляет 15% от объема разваренной массы. Температуру в осахаривателе поддерживают 55-56°C. Ферменты глубинной культуры гриба Аспергиллюс нигер штамм S-4 более устойчивы к нагреванию, чем ферменты других плесневых грибов. При применении этой культуры в осахариватель первой ступени вносят 5% общего количества культуры и поддерживают температуру 67-68°C. Остальные 95% культуры вносят в осахариватель второй ступени, где осахаривание ведут 2 мин при температуре 65°C.

Непрерывное осахаривание с вакуум-охлаждением.

Известно, что с понижением давления снижается температура кипения жидкости. Если в закрытом сосуде с водой, температура которой 95°C, снизить давление до 0,2 кз/см², то вода мгновенно закипит. На образование пара расходуется тепло, которое выделяется вследствие снижения температуры (в данном случае 95°C) до температуры кипения при данном давлении (59,7°C), поэтому вода охлаждается. Таким образом и производят охлаждение разваренной массы до температуры осахаривания, снижая давление. Для вакуум-охлаждения требуется вакуумная установка и испарительная камера (сепаратор), в которой поддерживают необходимое разрежение. Разрежение обычно создают при помощи конденсатора смешения или воздушного насоса. Пары из испарительной камеры поступают в конденсатор, куда для охлаждения подается вода. Для сравнения разрежения и атмосферного давления вода из конденсатора поступает в барометрометрическую трубу, соединенную со сборником, который находится примерно на 10 м ниже конденсатора. Схема непрерывного осахаривания с вакуум-охлаждением показана на рис. 5.21. Разваренная масса из выдерживателя поступает в сепаратор – цилиндр с коническим днищем и сферической крышкой. В

сепараторе создается разрежение 600-610 мм ртутного столба при помощи воздушного насоса, что позволяет охладить массу до 62-63°C. Пары из сепаратора поступают в конденсатор, а масса по барометрической трубе – в осахариватель. В осахариватель через дозатор поступает солодовое молоко или культура плесневых грибов. Осахаривание производят при 57-58°C в течение 5-15 мин. Осахаренная масса через теплообменник поступает в бродильный чан. Для разжижения разваренной массы в трубопровод между выдерживателем и сепаратором подается часть массы (5-10%) из осахаривателя.

Применение вакуум-охлаждения позволяет поддерживать постоянную температуру при осахаривании, вследствие чего происходит лучшее осахаривание и более полное сбраживание. При этом снижается расход солода и повышается выход спирта, снижается расход воды на охлаждение и расход энергии на осахариватель.

Показатели осахаренной массы. При переработке нормального сырья и правильном ведении технологических процессов осахаренная масса должна иметь ниже указанные показатели.

1. *Концентрация* массы (содержание сухих веществ) должна быть 16-17%, в том числе мальтозы 11-12%, декстринов 2-3%, несбраживаемых сухих веществ 2-3%. При пониженной концентрации массы в зрелой бражке будет содержаться меньшее количество спирта, что снижает производительность брагоперегонного аппарата и увеличивает расход пара на перегонку; при повышенной концентрации дрожжи могут не сбродить весь сахар.

2. *Кислотность* осахаренной массы зависит от количества кислот, перешедших в сырье. Естественная кислотность массы 0,25-0,3°, что соответствует активной кислотности рН 4,9-5,6. Пониженная кислотность массы (менее 0,2°) способствует развитию инфекции и усиленному нарастанию кислотности при брожении, а повышенная (более 0,4°) ослабляет амилазу массы, что увеличивает количество неосахаренных декстринов в зрелой бражке.

3. *Степень осахаривания* определяется пробой на йод. Масса должна окрашиваться в желтый цвет и не должна давать с йодом красного окрашивания, а тем более фиолетового.

4. *Осахаривающая способность* зависит от содержания активной амилазы, способной осахаривать декстрины. Осахаривающей способностью называется наименьшее количество фильтрата осахаренной массы, необходимое для осахаривания 10 см³ 0,2%-ного раствора крахмала в течение 6 мин.

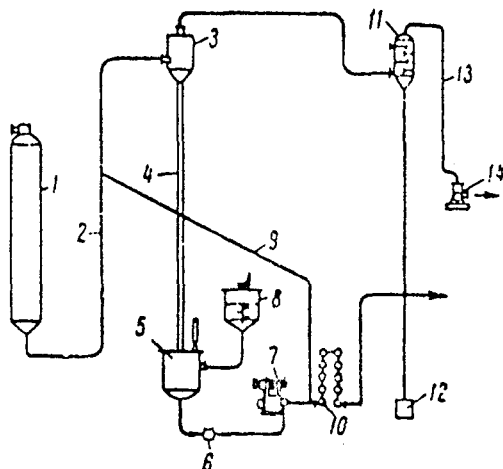


Рис.5.21. Схема осахаривания с вакуум-охлаждением:

1 – паросепаратор; 2 – продуктовая труба; 3 – испарительная камера; 4 – спускная труба; 5 – осахариватель; 6 – ловушка; 7 – насос; 8 – чанок солодового молока; 9 – труба возврата части осахаренной массы; 10 – теплообменник; 11 – конденсатор; сборник воды конденсатора; 13 – воздушная труба; 14 – воздушный насос.

При осахаривании солодом осахаривающая способность должна быть не более $0,5 \text{ см}^3$; чем меньше эта величина, тем лучше, так как это свидетельствует о большем содержании амилазы в осахаренной массе.

5. *Доброкачеством* осахаренной массы называется содержание суммы сброженных веществ (мальтоза + декстрины) на 100 частей сухих веществ. Если допустить, что осахаренная масса имеет такой состав: сухие вещества 17%, мальтоза 12%, декстрины 3%, доброкачеством массы в этом случае составит:

$$\frac{(12 + 3) \cdot 100}{17} = 88,2\%.$$

Доброкачеством осахаренной массы для различных видов сырья находится в таких пределах (%):

Кукурузная	87–88
Картофельная	82–84
Овсяная	80–82
Ячменная	78–80
Ржаная	76-78

5.7. Переработка сахарной свеклы и сахара-сырца на спирт

5.7.1. Разваривание свеклы

Так как в сахарной свекле содержится сахароза, тепловая обработка свеклы заключается в стерилизации. Тепловую обработку свеклы производят в цельном или измельченном виде в разварниках, применяемых для обработки крахмалосодержащего сырья. Согласно действующим технологическим инструкциям по производству спирта, разваривание свеклы производят следующим образом. Разварник полностью загружают свеклой. В начале варки из разварника паром вытесняют воздух, затем в течение 20 мин поднимают давление до 2,3 *ати* (температура 135°C) и разваривают измельченную свеклу 40-50 мин и цельную – 55-60 мин. При разваривании свеклы в цельном виде два раза (до и после подъема давления) спускают свекловичный сок в выдерживатель или осахариватель. При разваривании измельченной свеклы свекловичный сок не спускают. Готовая разваренная масса должна иметь светло-бронзовый цвет. При высокой сахаристости свеклы (19% и более) в разварник добавляют 15-20 дал воды, чтобы концентрация суслу не превышала 14-14,5%. Разваренную массу выдувают в выдерживатель (при полунепрерывной схеме) или в осахариватель (при периодической схеме).

Сахарная свекла содержит сахарозу и нет необходимости ее осахаривать солодом. Однако для снижения вязкости разваренной массы полезно добавлять солодовое молоко из расчета 1% зерна на солод от количества свеклы. Солод можно заменять плесневыми грибами. Для снижения карамелизации сахара при разваривании в практике спиртовых заводов применяют разваривание свеклы в смеси с водой в количестве 40 дал на тонну свеклы при температуре 90°C в течение 50-55 мин. К разваренной массе добавляют солодовое молоко и затем до окончательного истирания крупных частиц свеклы измельчают на дисконожевой дробилке. По рекомендации ВНИИФС разваривать измельченную свеклу необходимо при 75-85°C. Измельчение свеклы производят в две ступени: на свеклорезке и затем на молотковой дробилке. Этим обеспечивается более высокий выход спирта, чем при обычном методе разваривания.

Для сбраживания свекловичного суслу применяют дрожжи расы Я, Г-67 или Г-73, размноженные на разваренной массе с добавлением фосфорной кислоты. Количество дрожжей должно составлять 10% к

объему бродильного чана. Брожение свекловичной массы ведут периодически или непрерывно; длительность брожения 36-38 ч. Во время главного брожения температуру поддерживают 32°C. Полученную зрелую бражку подают на перегонку. Возможна переработка сахарной свеклы в смеси с мелассой или крахмалосодержащим сырьем.

5.7.2. Диффузионный способ переработки сахарной свеклы

При переработке свеклы диффузионным способом после мойки она элеватором направляется на весы, из которых поступает на свеклорезку, где она режется в длинные тонкие полоски (стружку). Свекловичная стружка непрерывно поступает в диффузионный аппарат, где из нее водой извлекается сахар. Жом насосом перекачивают в разделитель. Жомпрессовая вода возвращается в диффузионный аппарат, а жом направляют на корм скоту или на дальнейшую его переработку (сушку, приготовление кормов, извлечение пектина и т.д.).

Диффузионный аппарат представляет собой корытообразный наклонный корпус, в котором вращаются два шнека. Свекловичная стружка поступает в головную часть аппарата и медленно продвигается шнеками к хвостовой его части. Навстречу стружке движется вода, которая все время обогащается сахаром. Режим движения стружки рассчитывается таким образом, чтобы за время прохождения стружки через аппарат из нее наиболее полно был извлечен сахар. Температура в аппарате поддерживается в пределах 80-90°C. Из хвостовой части выгружается стружка в виде жома с небольшим содержанием сахара, а из головной части отбирают диффузионный сок в количестве 110-115 кг из 100 кг стружки, в котором содержание сахара немного ниже, чем в свекле.

Диффузионный сок поступает через теплообменник в мерники (рис. 5.22) и разделяется на два потока: один – в дрожжевое отделение для приготовления дрожжей, другой – непосредственно на сбраживание в бродильные чаны. Диффузионный сок, направляемый на приготовление дрожжей, непрерывно пастеризуется в теплообменнике при 85°C, выдерживается 1 ч в выдерживателе и охлаждается до температуры складки. После этого сок в смесителе подкисляется серной кислотой до pH 3,2-3,4 и поступает в дрожжанку, куда задаются дрожжи. Зрелые дрожжи поступают в головной чан бродильной батареи, куда одновременно направляется основной поток диффузионного сока из мерников, подкисленный до pH 3,6-3,9.

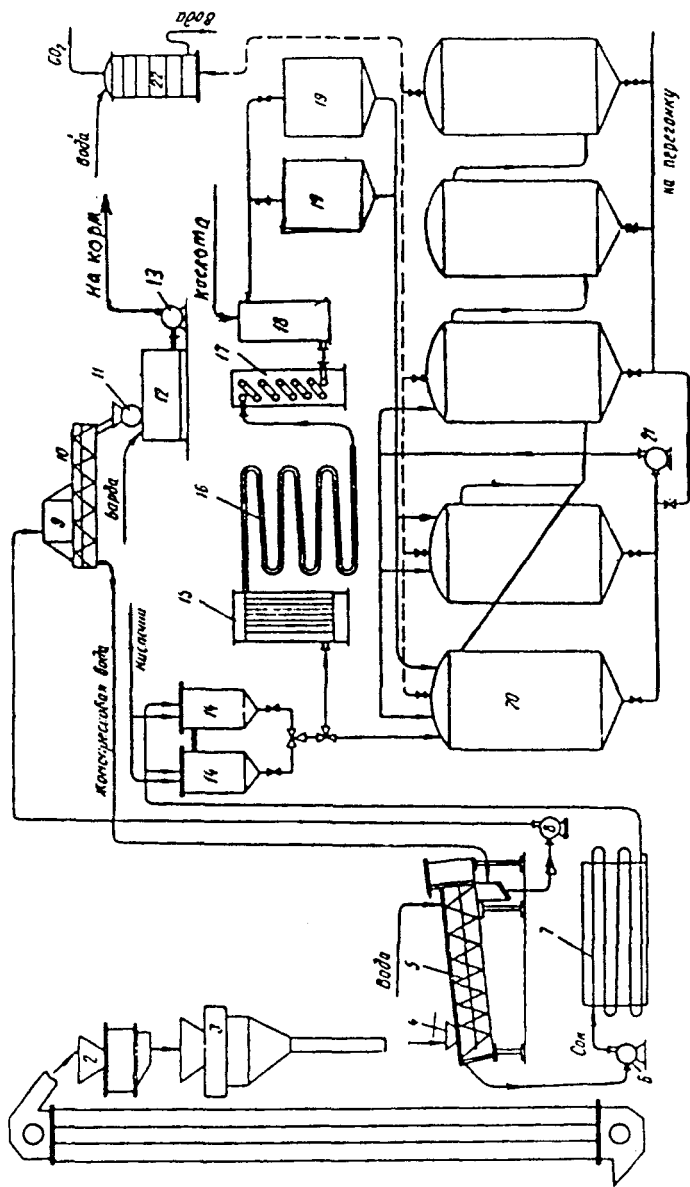


Рис. 5.22. Технологическая схема переработки сахарной свеклы на спирт диффузионным способом:

1 – элеватор; 2 – автоматические весы; 3 – свеклорезка; 4 – приемный бункер; 5 – диффузионный аппарат; 6 – насос диффузионного сока; 7 – теплообменник; 8 – насос для жома; 9 – разделитель; 10 – шнек; 11 – дробилка; 12 – бардьяной резервуар; 13 – жомобардьяной насос; 14 – мерники диффузионного сока; 15 – подогреватель; 16 – выдерживатель; 17 – теплообменник; 18 – смеситель; 19 – дрожжанки; 20 – бродильные чаны; 21 – насос; 22 – спиртоволушка.

Брожение ведется непрерывно, пока не обнаружатся признаки инфекции. После чего освобождается последний чан батареи, его моют и дезинфицируют и меняют направление потока – последний чан становится головным чаном батареи до тех пор, пока не проведут мойку и дезинфекцию всех чанов. Этот способ исключает установку насосов, применяемых при непрерывном брожении и необходимых для освобождения бродильных чанов на мойку и дезинфекцию. Объем дрожжанок должен составлять 40-60% емкости головных чанов батареи.

Для поддержания в головном чане батареи оптимального количества дрожжевых клеток устанавливают насос, с помощью которого пополняется недостаток дрожжей из второго чана, где они находятся в более энергичном состоянии.

После заполнения водой всей батареи, т.е. через 24-28 ч, содержимое первого чана перекачивается во второй чан. Первый чан моют, пропаривают и дезинфицируют, после расхолодки в него направляют поток. Во время дезинфекции первого чана головным является второй чан. Из последнего чана батареи зрелая бражка поступает на перегонку.

Благодаря мягкому тепловому режиму белковые вещества сахарной свеклы не денатурируются и дополнительного питания для дрожжей не требуется. Выход спирта увеличивается по сравнению с другими способами переработки, несмотря на наличие неизбежных потерь сахара в жоме. Улучшается качество спирта, так как в нем почти не содержится метанола. Пектиновые вещества, являющиеся причиной образования этой вредной примеси, остаются в жоме. Резко сокращается расход топлива.

Известно получение диффузионного сока спиртовыми заводами из свеклосахарных, расположенных рядом с ними. При этом значительно сокращаются затраты на переработку свеклы. Недостатком такого содружества является сезонность работы сахарных заводов.

5.8. Приготовление дрожжей

5.8.1. Способы ведения дрожжей

Для сбраживания осахаренной массы при переработке зернокартофельного сырья применяют дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* рассы XII, II, M. Дрожжи в начале производственного сезона размножают по методу чистой культуры по схеме:

пробирка ⇒ 0,5-1л колба ⇒ 5л колба ⇒ маточник ⇒ дрожжанка

Аппараты чистых культур на заводах, перерабатывающих хлебно-картофельное сырье, не применяют, так как для них требуется фильтрованное сусло без осадков, получение которого затруднительно. При установившейся работе завода размножают дрожжи по методу естественной чистой культуры.

В качестве суслу для размножения дрожжей пользуются осахаренной массой. На некоторых заводах добавляют зеленый солод как источник витаминов и азотистых веществ. Для подавления посторонних микроорганизмов сусло подкисляют серной или молочной кислотой. Размножение дрожжей в осахаренной массе проводят при значениях рН 3,8-4,0, при данном рН дрожжи хорошо размножаются, а посторонние микроорганизмы не размножаются. В зависимости от того, какой кислотой подкисляют сусло, различают сернокислые и молочнокислые дрожжи. Молочную кислоту получают молочнокислым закисанием молочно-кислыми бактериями. Применение молочнокислых дрожжей требует некоторого расхода сахара на образование молочной кислоты, что снижает выход спирта. Поэтому в настоящее время в большинстве случаев используют сернокислые дрожжи. Температура при размножении дрожжей 28-30°C.

Размножение дрожжей хлебно-картофельного производства производится периодическим и полунепрерывным способом. Успешно применяют в качестве зрелых дрожжей отъемы бродящей массы.

Периодический способ размножения дрожжей. Сернокислые дрожжи. В дрожжанку перекачивают отъем осахаренной массы. При периодическом способе осахаривания отъем отбирают из осаживателя при 30°C, при непрерывном осахаривании – после теплообменника. Отъем осахаренной массы подкисляют серной кислотой до кислотности 0,7-0,8° при зерновом сусле и до 0,8-0,9° при картофельном. Затем тщательно перемешивают, вносят в сусло дрожжевую матку в количестве 10% от объема суслу, охлаждают до начальной температуры брожения 17-18°C и оставляют дрожжи для размножения. Во время размножения дрожжей температура не должна превышать 30°C. Дрожжи считают зрелыми при отброде равном $\frac{1}{3}$ от первоначальной концентрации, т.е. 5-5,5° по сахарометру. При этом отбирают 10% дрожжевой матки, а остальные дрожжи передают в осаживатель (при периодической схеме) или в бродильный чан (при полунепрерывной или непрерывной схеме). Длительность размножения дрожжей составляет 20 ч.

Количество серной кислоты, необходимое для подкисления дрожжевого суслу, рассчитывают по формуле:

$$K = (a - b)V \times 0,00245 / C$$

- где **K** – количество кислоты в л, необходимое для подкисления;
- a** – конечная кислотность дрожжевого сусла, град;
- b** – начальная кислотность сусла, град;
- V** – объем подкисляемого сусла, л;
- C** – содержание серной кислоты, расходуемой на подкисление, кг/л;
- 0,00245** – постоянный коэффициент, выведенный из соотношения при переводе градусов кислотности в килограммы серной кислоты.

Молочнокислые дрожжи. Для приготовления дрожжей в дрожжанку перекачивают отъем осахаренной массы при 57-58°С, охлаждают до 50-51°С и вносят матку молочнокислых бактерий в количестве 2-3% от объема сусла. Происходит молочнокислое закисание, т.е. превращение сахара в молочную кислоту, кислотность постепенно увеличивается. Процесс закисания ведут при 50-51°С до получения кислотности 2,0 - 2,2° для картофельного и 1,7-2,0° для зернового сусла. Затем отбирают молочнокислую матку в количестве 10% от объема сусла, сусло для стерилизации нагревают до 75°С и выдерживают при этой температуре 30 мин, затем охлаждают до 30°С, вносят дрожжевую матку в количестве 10% от объема сусла и все дальнейшие операции проводят как и при размножении сернокислых дрожжей. Общая длительность молочнокислого закисания 30 ч.

Полунепрерывный способ размножения дрожжей. Для работы по этому способу дрожжевое отделение оборудуют пастеризатором и двумя механизированными дрожжанками (рис.5.23, 5.24).

Для начала ведения производственного процесса дрожжи размножают в дрожжанках периодическим способом. Затем в свободную дрожжанку вводят 25-30% зрелых дрожжей – от общего объема, доливают осахаренной массой и подкисляют серной кислотой до кислотности 0,65-0,8°. Дрожжи размножают в течение 6-8 ч при 28°С, при этом они отбраживают до 4-4,5° по сахарометру. Половину объема зрелых дрожжей из каждой дрожжанки передают в очередной заливаемый бродильный чан, а дрожжанку вновь заливают осахаренной массой, подкисляют и повторяют процесс размножения дрожжей. Производительность при этом способе увеличивается.

Использование отъема бродящего сусла в качестве зрелых дрожжей. Для упрощения работы по приготовлению дрожжей Я.К. Орловским предложено в качестве дрожжей применять отъемы бражки. Через 16-18 ч после залива бродильного чана при отборе 9-11° (по сахарометру) производят отъем бражки в количестве, равном 6-8% емкости бродильного чана, и перекачивают насосом в дрожжанку. В дрожжанке отъем подкисляют серной кислотой до кислотности 0,75-0,8°. Отъем подвергается предварительному брожению в течение 5-6 ч при 26-28°C до отбора 5-5,5° по сахарометру. Подготовленные дрожжи спускают в очередной бродильный чан, куда поступает одновременно и осахаренная масса.

Использование отъемов бродящей массы в качестве дрожжей не ухудшает качества брожения и значительно упрощает процесс приготовления дрожжей.

Приготовление дрожжей без солодового питания. Добавление солода в дрожжевое сусло в качестве источника азотистого питания считалось необходимым, несмотря на то, что в сусле содержится достаточное количество аминного азота. Без добавления солодового питания через некоторое время размер дрожжевых клеток уменьшается и уменьшается их количество. Причиной являлось то, что при

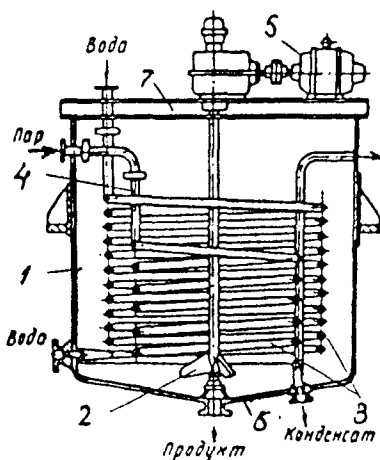


Рис. 5.23. Механизированная дрожжанка:

1 – корпус; 2 – мешалка; 3 – змеевик для воды; 4 – змеевик для пара; 5 – привод мешалки; 6 – днище; 7 – крышка.

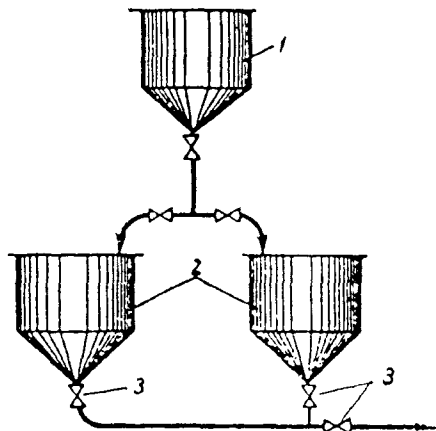


Рис. 5.24. Схема полунепрерывного способа ведения дрожжей:

1 – пастеризатор; 2 – дрожжанки; 3 – краны.

пастеризации сусла до 85°C разрушается значительное количество витаминов и других стимуляторов роста, которые вносятся с солодом в осахариватель.

При исключении пастеризации дрожжевого сусла перед подкислением и при температуре пастеризации не выше 70°C зрелые дрожжи получаются нормальными без дополнительного солодового питания. Этот способ позволяет снизить потери крахмала (сокращение расхода солода на 10-15%), дает экономию пара на нагрев и воды на расхолодку дрожжевого сусла.

5.8.2. Работа дрожжевого отделения и санитарные правила

Дрожжевое отделение оборудуется механизированными дрожжанками (рис. 5.23). Дрожжанка представляет собой цилиндрический сосуд с плоской крышкой и коническим днищем. В ней производятся все операции по приготовлению дрожжей (осахариванию, подкислению, стерилизации и размножению дрожжей). Дрожжанка оборудуется двумя змеевиками: один для воды, другой для пара и мешалкой, что позволяет нагревать и охлаждать сусло и поддерживать необходимую температуру при размножении дрожжей.

Для приготовления молочнокислых бактерий устанавливаются два цилиндрических сосуда (маточника) со змеевиком и крышкой емкостью 20-50 дал в зависимости от размера дрожжанок. Полезный объем дрожжанок должен быть равен объему зрелых дрожжей, сливаемых в бродильный чан из расчета 8-12% по объему. Количество дрожжанок определяется принятой схемой приготовления дрожжей. Наибольшее количество дрожжанок требуется при ведении молочнокислых дрожжей и трехсуточном брожении. В этом случае заливается три бродильных чана в сутки, так как для каждого бродильного чана ставится одна дрожжанка, для приготовления дрожжей требуется двое суток, то дрожжевое отделение оборудуется 6 дрожжанками, одним маточником для дрожжей и одним – для молочнокислых бактерий.

Заполнение дрожжанок суслom, подготовка его к размножению дрожжей ведется строго по графику заполнения бродильных чанов. Наиболее здоровые и активные дрожжи получаются при постоянном соблюдении режима. При ведении сернокислых (односуточных) дрожжей количество дрожжанок сокращается до 4, соответственно сокращаются и другие расходы (пар, вода и др.), но при этом качество спирта несколько ухудшается, что не всегда окупает получаемую экономию.

В дрожжевом отделении требуется постоянное поддержание чистоты для ликвидации опасности заражения дрожжей вредными микроорганизмами. Стены и потолки белят гашеной известью с 3% медного купороса не реже одного раза в две недели. Стены на уровне 1,5 м от пола облицовывают метлахской плиткой и промывают дезинфицирующими растворами ежедневно.

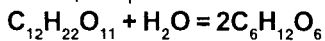
Дрожжанки после каждого спуска дрожжей и после длительного перерыва в работе дезинфицируют хлорной известью, пропаривают паром, доводя температуру до 100°C.

При непрерывных процессах брожения дрожжевые отделения также переводятся на непрерывный способ приготовления дрожжей. Однако основные требования микробиологии и санитарии остаются прежними. В непрерывном потоке дрожжевые клетки находятся в условиях постоянной концентрации среды, кислотности и температуры, что способствует более активной их жизнедеятельности.

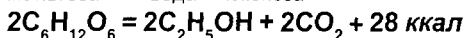
5.9. Брожение

Динамика сбраживания осахаренной массы из крахмалистого сырья значительно отличается от сбраживания сахаристых сред. В осахаренной массе содержится мальтоза, непосредственно сбраживаемая дрожжами, и декстрины, нуждающиеся в предварительном осахаривании. При осахаривании декстрины под действием α - и β -амилазы превращаются в мальтозу и фосфодекстрины; последние под действием декстриназы осахариваются в мальтозу. Поэтому скорость брожения осахаренной массы зависит от количества дрожжей и количества декстринофосфатазы. Процесс брожения разделяется на три периода: возбуживание, главное брожение и дображивание. Периоды возбуживания и главного брожения осахаренной массы протекают как и при сбраживании сахаристых веществ. В первом периоде продолжается размножение дрожжей. Размножение дрожжей не заканчивается в дрожжанках и продолжается в бродильных чанах. Одновременно с размножением дрожжей в этот период происходит и сбраживание сахара (мальтозы) в спирт и углекислый газ.

Реакции брожения



мальтоза вода глюкоза



глюкоза этиловый углекислый
 спирт газ

Мальтоза под действием α -глюкозидазы превращается в глюкозу, а последняя под действием комплекса ферментов зимазы – в спирт и углекислый газ. Этот период характеризуется энергичным выделением углекислого газа.

В период дображивания декстрины под действием α - и β -амилаз и декстринофосфатазы превращается в мальтозу, которая затем под действием дрожжей сбраживается в спирт и углекислый газ. При дображивании осахаренной массы осаживаются декстрины и сбраживается образовавшаяся мальтоза.

Процесс брожения осахаренной массы осуществляется в бродильных чанах периодическим, циклическим и непрерывно-поточным методами. Бродильный чан (рис. 5.25) представляет собой герметичный стальной цилиндрический резервуар с коническими крышкой и дном. Для поддержания температуры в нем монтируют змеевик, состоящий из двух секций. Для заполнения осахаренной массой, слива или отбора (перетока) бражки, слива промывных вод и конденсата, выхода углекислого газа бродильный чан оборудован соответствующими штуцерами с кранами или вентилями. Для промывки и контроля служат люки верхний и нижний.

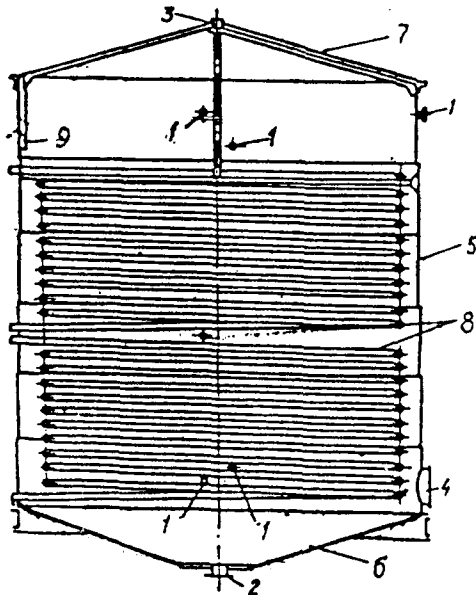


Рис. 5.25. Герметический бродильный чан:
1-3 – штуцеры; 4 – люки; 5 – корпус; 6 – днище; 7 – крышка; 8 – змеевик.

5.9.1. Периодический метод брожения

При периодическом проведении осахаривания бродильный чан заполняют осахаренной массой через определенные промежутки времени; дрожжи вводят в бродильный чан вместе с первой порцией осахаренной массы, последующие порции осахаренной массы сливают в бродильный чан без дрожжей. При непрерывном осахаривании бродильный чан заполняется непрерывно; дрожжи вводят в бродильный чан одновременно с осахаренной массой. Дрожжи спускают с такой скоростью, чтобы количество их по отношению к спускаемому суслу было не более 50%. При большем количестве дрожжей из-за их высокой кислотности (0,7-0,9°) возможна инактивация амилазы.

Независимо от способа заполнения бродильного чана количество дрожжей должно быть 6-8% от объема бродильного чана. Наполнение бродильного чана продолжается не более 8 ч.

Длительность брожения 72 ч, считая от начала залива до начала перегонки. При недостаточном числе бродильных чанов допускается длительность брожения 48 ч. Выход спирта в первом случае выше (на 0,8 дал из 1 т крахмала). Температурный режим при трехсуточном брожении 19-20°С, в период возбуживания 23-24°С, главного брожения 29-30°С, дображивания 27-28°С. Температура регулируется подачей холодной воды через змеевики. По окончании брожения зрелую бражку направляют на перегонку. Бродильный чан после освобождения моют, дезинфицируют, стерилизуют и снова включают в работу.

5.9.2. Циклический метод брожения

Циклический (полунепрерывный) метод брожения разработан В.Л. Яровенко с сотрудниками. При циклическом методе брожения бродильные чаны (не менее шести) соединяют переточными трубами в батарею (рис. 5.26). Процесс брожения проводят в две стадии. Вначале заполняют батарею и бражка находится в движении, а затем она дображивает в состоянии покоя. Батарею заполняют суслом отдельными циклами: от первого головного чана к предпоследнему в одном цикле; от последнего чана батареи ко второму в следующем цикле. Осахаренную массу подводят к первому и последнему чанам батареи. При брожении в первый чан батареи вводят дрожжи, объем которых составляет 20-25% к емкости чана, и одновременно подают осахаренную массу. Заполнив значительную часть объема первого бродильного чана, бродящая масса по переточным трубам переливается во второй чан, из него в третий и т.д. Через 20-24 ч в первый головной чан снова спус-

кают дрожжи в количестве 20-25% емкости чана. Перед началом заполнения предпоследнего чана в головной чан вновь (третий раз) вносят дрожжи. После заполнения предпоследнего чана прекращают приток осахаренного сусла в головной (первый) чан и переводят приток в последний чан, который становится головным. Одновременно с притоком сусла в головной чан подают дрожжи. За время заполнения последнего чана суслом бражка в последнем чане окончательно дображивает и ее направляют на перегонку.

Освободившийся чан моют, дезинфицируют, пропаривают и заполняют бражкой из головного чана. Во втором цикле заполнение чанов бродящей массой производят от последнего чана ко второму. Бражку подают на перегонку последовательно от последнего (по потоку) чана к первому. Следовательно, загрузка батареи идет от головного чана к хвостовому, а выгрузка зрелой бражки в обратном направлении – от хвостового чана к головному. Каждый новый цикл брожения начинается с изменения потока бродящей жидкости; при этом последний чан становится первым. Время пребывания бражки при циклическом методе во всех чанах различно. Так, в батарее из восьми чанов оно составляет в первом чане 101, во втором 84, в седьмом 13 ч. Головной чан первым заполняют и последним освобождают. Весь процесс брожения длится 60-62 ч.

Размножение дрожжей в начале производства и при переработке дефектного сырья производят периодическим способом в двух дрожжанках и возбравителе. Емкость возбравителя должна составлять 40% от емкости головного чана, а емкость дрожжанок 20-30% емкости возбравителя. В дрожжанках дрожжи размножают на осахаренной массе, пастеризованной при 75°С и подкисленной серной кислотой до кислотности 0,7-1,0°. По достижении отброда 5-6° (по сахарометру) размножившиеся дрожжи передают в возбравитель, в который одновременно с дрожжами поступает осахаренная масса. После заполнения возбравителя его содержимое подкисляют серной кислотой до 0,4-0,5° и оставляют дрожжи на размножение. При отброде 5-6° дрожжи передают в первый или второй головной чан.

При переработке нормального сырья применяют в качестве дрожжей отъем бродящей массы в количестве 20-25% от емкости бродильного чана. Для этого отбирают отъем бражки из первого по потоку бродильного чана при концентрации 8-10° (по сахарометру) в возбравитель, подкисляют серной кислотой до 0,7-0,9°, охлаждают до 21-23°С и оставляют для размножения дрожжей на 6-8 ч. После этого отъем

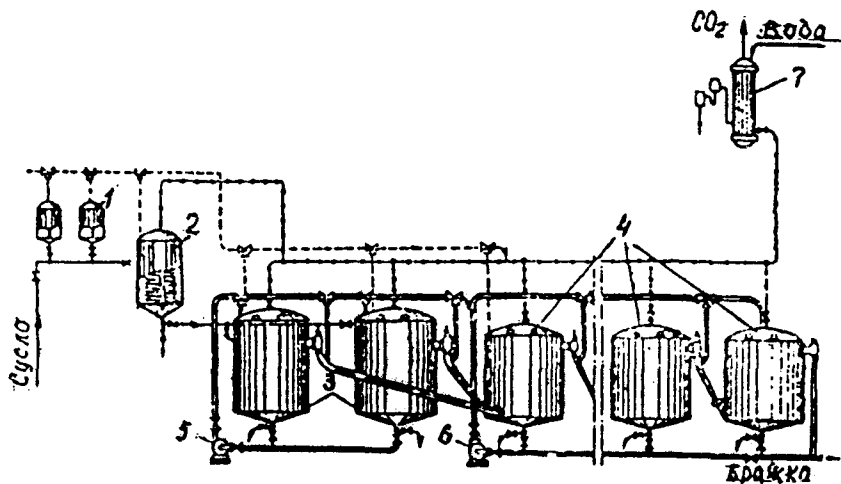


Рис. 5.27. Схема непрерывного брожения сусла:

1 – дрожжанка; 2 – возбраживатель; 3 – головные бродильные чаны; 4 – бродильные чаны; 5, 6 – насосы; 7 – спиртоволушка; а, б – трубопроводы для освобождения чанов при стерилизации.

дрожжи из одной дрожжанки переводят во возбраживатель, дрожжанку промывают, пропаривают, охлаждают и заполняют затором. Последний пастеризуют при 75°C , охлаждают и задают 25-30% маточных дрожжей из другой дрожжанки. При охлаждении затор подкисляют серной кислотой до $0,7-1,0^{\circ}$ и сбраживают до 5-6% по сахарометру.

После отъема маточной культуры в первую дрожжанку зрелые дрожжи из второй дрожжанки также спускают во возбраживатель. Дрожжанку промывают, пропаривают и повторяют операции по приготовлению дрожжей, описанные выше.

В возбраживатель одновременно со зрелыми дрожжами подают охлажденный затор. После заполнения возбраживателя всю массу подкисляют серной кислотой до $0,4-0,5^{\circ}$. При дефектном сырье затор предварительно пастеризуют при 75°C .

Массу в возбраживателе оставляют на брожение до отброда $5-6^{\circ}$ и всю передают в один из головных чанов.

Одновременно со спуском засевных дрожжей и после него в головной чан непрерывно подают основной затор. При этом бродящая масса последовательно заполняет один чан за другим и зрелая бражка из последнего чана направляется на перегонку. Переточные трубы соединяют верхнюю часть каждого предыдущего чана с нижней частью каждого последующего.

В головном чане происходит главное брожение, в остальных чанах – дображивание. Одним из основных условий успешного проведения непрерывного брожения является поддержание в головном чане в активном состоянии большого числа дрожжевых клеток ($100-120 \text{ млн/см}^3$).

Для ликвидации задержек и предупреждения развития бактериальной флоры головные чаны через каждые 24-30 ч по очереди полностью освобождают от бражки, перекачивая ее насосом, например, из первого чана во второй. После освобождения первого чана его вновь заполняют засевными дрожжами из возбражиателя и открывают приток затора, а бражку из второго головного чана перекачивают в третий по порядку. Затем второй головной чан заполняют так же, как и первый, и возобновляют приток затора.

С той же целью головные чаны промывают и стерилизуют паром через каждые 48-60 ч, а остальные чаны – по очереди через каждые 65-75 ч. При отключении на стерилизацию первого или второго головного чана приток сусла временно переводят на один из этих чанов. Из подлежащего стерилизации бродильного чана бражку перекачивают в последующий чан.

Для регулярного дезинфицирования и стерилизации линии солодового молока, осахаривания и охлаждения затора устанавливают параллельно две таких линии.

В бродильных чанах поддерживают температуру: в головных $25-27^\circ\text{C}$, в третьем чане $27-30^\circ\text{C}$, в остальных чанах $27-28^\circ\text{C}$. Брожение заканчивается за 60-62 ч, вместо 72 при периодическом сбраживании.

5.9.4. Технологические показатели брожения

Контроль работы всего цикла работы спиртового завода это контроль показателей брожения. Ошибки, допущенные в ходе технологического процесса, обнаруживаются при анализе показателей бражки. Важнейшими показателями являются: содержание сбраживаемых веществ (несброженных сахаров), кислотность и содержание спирта.

Различают *видимый* и *истинный отброд*. Видимым отбродом называется показание сахарометра в фильтрате бражки. Сахарометр градуирован по раствору чистой сахарозы и одно целое деление его соответствует 1% (или 1°) сахарозы.

Истинным отбродом называется показания сахарометра в фильтрате бражки после отгона из нее спирта и доведения его до первоначального объема дистиллированной водой. Эта величина приблизительно соответствует содержанию сухих веществ.

Хотя величина отброда зависит от многих факторов, практически установлено, что при соблюдении нормального технологического режима величина отбродов более-менее постоянная. Повышение этой величины свидетельствует о неполном сбраживании. Поэтому измерение величины отброда принято в качестве одного из показателей, характеризующих процесс брожения.

При сбраживании суслу из смешанного сырья величина отброда устанавливается как средневзвешенная величина отбродов перерабатываемых культур.

Таблица 5.4
Максимальные отброды по сахарометру

Сырье	Максимальные отброды, град, по сахарометру	
	при периодическом разваривании	при непрерывном разваривании
Картофель	+0,4	+0,2
Кукуруза	-0,2	-0,4
Просо	0,0	-0,2
Пшеница	+0,7	0,0
Рожь	+1,3	+0,7
Ячмень	+1,2	+0,7
Овес	+1,1	+0,9

Масса картофеля и свеклы принимается условно по коэффициенту 2,7 по сравнению с зерном. Установлено, что недоброд, т.е. повышение отброда выше нормы на 1° , соответствует недобору спирта примерно 3,5 дал на 1 т крахмала.

Одним из показателей технологического режима брожения является количество несброженных сахаров в бражке (таб. 5.5).

Таблица 5.5
Количество несброженных сахаров в бражке

Сырье	Содержание, г/100см ³		Общее количество редуцирующих веществ после гидролиза
	мальтозы	декстринов	
Картофель	0,25–0,40	0,1–0,6	0,6–1,0
Кукуруза	0,3–0,45	0,45–0,6	0,8–1,0
Просо	0,3–0,45	0,45–0,6	0,8–1,0
Овес	0,3–0,45	0,45–0,6	0,8–1,0
Ячмень	0,35–0,55	0,8–1,1	1,0–1,5
Рожь	0,5–0,8	0,8–1,1	1,2–1,8

Если величины, найденные при анализе, превышают норму, особенно в графе декстринов, то это свидетельствует о неполном сбраживании.

О чистоте спиртового брожения судят по нарастанию кислотности. В процессе жизнедеятельности дрожжей кислотность среды повышается на $0,2^\circ$. Большее нарастание кислотности свидетельствует о развитии кислотообразующих бактерий. Повышение кислотности связано с прямыми потерями сахара на образование кислотности и с косвенными потерями, вызванными прекращением деятельности ферментов осаживающих материалов. При кислотности 1° деятельность ферментов прекращается. Нарастание кислотности на 1° вызывает понижение выхода спирта на 2-2,3 дал на 1 т крахмала. В зрелой бражке определяют осаживающую способность, показывающую насколько сохранились ферменты. Определяют, кроме этого, нерастворимый крахмал в пробе нефильтованной бражки.

5.9.5. Улавливание спирта

С углекислым газом из бродильных чанов уносятся и пары спирта. Для улавливания спирта применяют специальные устройства – спиртоловушки.

Спиртоловушки по конструкции бывают колпачковые, аналогичные тарелкам перегонного аппарата, пленочно-конденсационного типа, а также с наполнителем. Колпачковая спиртоловушка (рис. 5.28) представляет собой колонну из четырех-пяти тарелок брагоперегонного аппарата. Воду в ловушку подводят сверху на верхнюю тарелку так, чтобы конец штуцера подвода воды находился ниже уровня воды. Ловушка с наполнителем (рис. 5.29) проще первой по конструкции. В ее колонне смонтированы перфорированные перегородки, между которыми помещен наполнитель (кокс или кольца рашига). Подвод воды в нее производится сверху через гидрозатвор, а слив – снизу.

Так как в каждом бродильном чане брожение идет самостоятельно и интенсивность выделения углекислого газа различна, то на каждой газовой трубе, отводящей газ из чана, установлена задвижка и обратный клапан. Клапан предотвращает попадание газа из магистрали в чаны при их отключении и при давлении в них ниже давления в магистрали. Вода поступает в ловушку сверху, а углекислый газ, в котором содержатся спиртовые пары, – снизу. В противотоке спирт улавливается водой, углекислый газ поступает в углекислотный цех или в атмосферу. Водно-спиртовую жидкость выпускают из ловушки снизу через гидрозатвор. Гидрозатвор предохраняет выход газа с водно-спиртовой жидкостью.

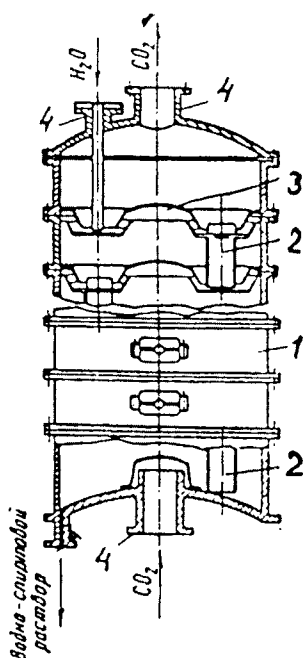


Рис. 5.28. Спиртоловушка колпачкового типа:

1 – корпус; 2 – сливные стаканы;
3 – колпак; 4 – штуцера.

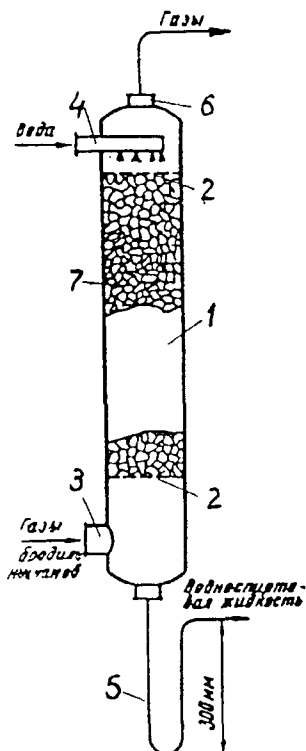


Рис. 5.29. Спиртоловушка с наполнителем:

1 – корпус, 2 – перегородки; 3 – штуцер ввода газов; 4 – штуцер ввода воды; 5 – гидрозатвор; 6 – штуцер отвода CO_2 ; 7 – наполнитель (кольца или кокс).

5.10. Перегонка бражки и ректификация спирта

Перегонкой называется процесс разделения смеси жидкостей, кипящих при разных температурах. Процесс перегонки основан на том, что жидкости, составляющие смесь, обладают различной летучестью, т.е. при одной и той же температуре обладают различной упругостью паров.

Материалом, содержащим спирт, в спиртовом производстве является бражка, в которой содержится от 7 до 10% об. спирта. Кроме

этого в бражке содержатся: дрожжи, растворенные белковые вещества, соли, кислоты и другие продукты брожения. Для отделения спирта от многочисленных продуктов, которые находятся в бражке и служит процесс ее перегонки.

5.10.1. Перегонка бражки

Принцип работы аппаратов для отделения спирта от других веществ подчинен закону физики, по которому при кипячении двух жидкостей в их парах содержится больше паров той жидкости, температура кипения которой ниже. Так как температура кипения спирта $78,3^{\circ}\text{C}$, а воды 100°C , то при кипении водно-спиртового раствора в парах содержится больше спирта, чем воды. При кипении из бражки с содержанием спирта 10% выделяется водно-спиртовые пары с содержанием 51,6% спирта. Если испарить $\frac{1}{3}$ бражки и собрать конденсат, то получается водно-спиртовая жидкость крепостью около 33%.

Повысить крепость выделенного спирта можно путем последующих перегонок. При увеличении крепости спирта, выделенного из бражки с содержанием 10% спирта, выполняют несколько перегонок – первая перегонка дает отгон с содержанием спирта 37,7%, вторая – 58,3%, третья – 77,8%, четвертая – 83%, пятая – 87,3%.

Спирт из бражки выделяют на брагоперегонном аппарате, при этом вместе со спиртом отгоняются все летучие примеси. Получаемый при перегонке дистиллят называется спиртом-сырцом, а остаток, в котором содержатся все взвешенные частицы, - бардой.

Спирт-сырец – прозрачная бесцветная жидкость крепостью не менее 88% об., содержание сопутствующих спиртопродуктов, не более: альдегидов – 0,03-0,05%, сложных эфиров – 500-700 см^3 в 1 л безводного спирта; метилового спирта 0-0,13% об. В барде содержится от 4 до 9,5% сухих веществ, состоящих из несбраживаемых частиц сырья и дрожжей.

Брагоперегонный аппарат состоит из колонны, дефлегматора и холодильника. Бражная колонна представляет собой вертикальный цилиндр диаметром от 600-2000 мм, разделенный фасонными перегородками, называемыми тарелками, на отдельные части, расстояние между которыми 180-500 мм в зависимости от производительности. Посредине тарелки имеется отверстие с загнутыми вверх краями для прохода пара (рис. 5.30). Над отверстием находится колпак. На периферии тарелки устроен стакан для слива бражки на нижележащую тарелку. Это простая тарелка одноколпачковая одинарной выварки (рис. 5.30а); более эффективная тарелка двойной выварки (рис.5.30б).

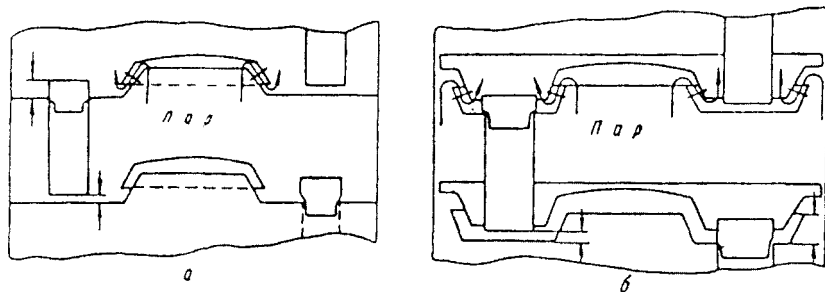


Рис. 5.30. Схемы перегонных тарелок:
а – одинарной выварки; б – двойной выварки.

Бражная колонна состоит из двух частей: нижней – бражной, или истощающей, где из бражки выпаривается спирт, и верхней – спиртовой, или укрепляющей, где спиртовые пары путем многократного кипения подвергаются укреплению (рис. 5.31). Колонны устанавливаются одна на другой. Однако есть аппараты двухколонные, спиртовая часть которых выполнена в виде отдельной колонны. Дефлегматор представляет собой трубчатый теплообменник, по трубам которого проходит бражка, а в межтрубное пространство поступают спиртовые пары из верхней части спиртовой колонны. Чтобы усилить охлаждение, что способствует большему укреплению спирта, в верхние трубки дефлегматора подается холодная вода. За счет паров бражка нагревается, а спиртовые пары охлаждаются и в виде конденсата стекают в колонну. Наиболее крепкие несконденсировавшиеся пары поступают в холодильник. Холодильник бывает трубчатый, где по трубам проходит холодная вода, а в межтрубном пространстве – спиртовые пары. В большинстве случаев холодильник делают комбинированными – половина кожухотрубного типа, а вторая половина состоит из змеевика, помещенного в сосуд с водой. В настоящее время применяют брагоперегонные аппараты непрерывного действия.

Бражка из бродильного чана или из промежуточной емкости насосом подается на дефлегматор 3, оттуда в подогретом состоянии поступает на верхнюю тарелку бражной колонны Б. Работа бражной колонны протекает таким образом: бражка непрерывно поступает на верхнюю тарелку, снизу подается пар, который, проходя через слои бражки на тарелках, нагревает бражку до кипения.

При кипячении выделяются пары воды и спирта. Бражка, из которой выделена часть спирта, стекает на вторую тарелку, где вновь

доводится до кипения проходящим снизу паром. Концентрация спирта в бражке уменьшается. Когда бражка пройдет нижнюю тарелку, она полностью освобождается от спирта. В колонне устанавливается 14-16 тарелок. Для непрерывного вывода барды из бражной колонны устанавливают бардорегулятор поплавкового типа 2, из которого барда поступает в сборник и насосом подается на бардораздаточную станцию или в цех кормовых дрожжей.

При нормальной работе аппарата содержание спирта в барде 0,015%, что составляет потери, равные 0,2% от сбраживаемых веществ в бражке. За потерями спирта в барде устанавливается систематический контроль.

Водно-спиртовые пары крепостью примерно 50% об. с верхней тарелки бражной колонны поднимаются в спиртовую А. Процесс выварки в спиртовой колонне аналогичный, но там теплообмен происходит между парами, поступающими снизу, и флегмой, возвращающейся из дефлегматора 3. В спиртовой колонне совершается многократная перегонка на каждой тарелке, что последовательно повышает крепость водно-спиртовых паров. Спиртовая колонна состоит из 8-10 тарелок. С верхней тарелки пары поступают дефлегматор, где окончательно укрепляются до стандартной крепости спирта-сырца. Флегма стекает на верхнюю тарелку спиртовой колонны. Несконденсировавшиеся пары поступают в холодильник 4, где конденсируются, образуя спирт-сырец.

Для сокращения потерь спирта от испарения в холодильнике его охлаждают до 15-20°С. Из холодильника спирт-сырец через фильтр 8 и смотровой фонарь 9, где наблюдается величина струи и температура, поступает в контрольный снаряд, учитывающий количество спирта и далее в спиртоприемное отделение, откуда перекачивается в спиртохранилище.

Пар поступает в колонну через регулятор пара. Для контроля за содержанием спирта в барде устанавливают пробный холодильник, в который отбирается пар с бардяного регулятора 2 в пробный фонарь 5, где он конденсируется и поступает в сборник 6. Во избежание образования вакуума, который может привести к смятию колонны, в нижней и верхней частях колонны устанавливают вакуум-прерыватель 7. Для наблюдения за движением бражки, поступающей в колонну, на трубе расположен смотровой фонарь 10. Расход пара в зависимости от конструкции брагоперегонного аппарата и крепости бражки составляет 17-25 кг на 100 кг бражки.

5.10.2. Ректификация спирта

Все химические вещества полученные в результате перегонки бражки, которые вошли в состав спирта-сырца, можно разделить на четыре группы: альдегиды, эфиры, кислоты и высшие спирты.

Альдегиды образуются во время брожения, а также при окислении спиртов. Температура кипения альдегидов значительно ниже, чем этилового спирта. Кислоты образуются во время брожения, особенно при инфицированной бражке. Со спиртом отгоняются только летучие кислоты (уксусная и масляная). При соединении кислот со спиртом образуются эфиры – очень летучие соединения, температура кипения которых также ниже температуры кипения спирта. Высшие спирты образуются из азотистых веществ – аминокислот, потребляемых дрожжами для своего питания. Высшие спирты называются сивушными спиртами, являются главными компонентами сивушного масла. Их температура кипения значительно выше температуры кипения этилового спирта.

Примеси из спирта-сырца выделяются путем многократной перегонки его – ректификации. Очищенный от примесей спирт называется ректифицированным этиловым спиртом и бывает трех сортов – первого, высшей очистки и экстра.

Задача ректификации – добиться минимального содержания примесей в ректифицированном спирте и высоких его дегустационных качеств.

Таблица 5.6

Показатели качества спирта ректифицированного

Показатели	Спирт сорта		
	1-го	Высшего	Экстра
Содержание этилового спирта (крепость)% об., не менее	96	96,2	96,5
Проба на чистоту с серной кислотой	выдерживает	выдерживает	выдерживает
Проба на окисляемость при 20 ⁰ С, мин	10	15	20
Содержание альдегидов, мг/л не более	10	4	2
Содержание сивушного масла, не более	15	4	3
Содержание эфиров, мг/л не более	50	30	25
Проба на метиловый спирт с фуксинсернистой кислотой	выдерживает	выдерживает	выдерживает
Содержание свободных кислот (без СО ₂) в 1 л безводного спирта, мг, не более	20	15	12
Содержание фурфурола	не допускается	не допускается	не допускается

5.10.3. Физико-химические основы ректификации

В основе процесса ректификации лежат те же закономерности, что и в основе перегонки бражки. Жидкости, температура кипения которых ниже, чем спирта, перегоняются быстрее и с более высокой температурой кипения – медленнее, чем спирт. *Отношение содержания примеси в спиртовых парах к ее содержанию в спиртовой жидкости называется коэффициентом ректификации.* Для примесей более летучих, чем спирт, коэффициент ректификации больше единицы, и наоборот. При кипячении смеси в первую очередь будут улетучиваться легкокипящие жидкости, а затем более труднокипящие. Процесс усложняется тем обстоятельством, что коэффициент ректификации может меняться в зависимости от крепости спирта.

Если спирт-сырец нагреть в сосуде, то в парах будут содержаться все вещества, которые находятся в спирте, но их взаимное соотношение будет иное. Содержание в парах примесей, коэффициент ректификации которых больше единицы, будет больше, чем в жидкости. Наоборот, содержание в парах примесей, коэффициент ректификации которых меньше единицы, будет меньше, чем в жидкости. Если над сосудом поставить тарельчатую колонну, то на каждой тарелке пары будут конденсироваться и вновь испаряться, после каждой тарелки пары будут все больше обогащаться примесями, коэффициент которых больше единицы, а примесей с коэффициентом ректификации меньше единицы будет становиться все меньше. Если количество тарелок в колонне достаточно, то можно достичь такого положения, что вверху колонны соберутся легкокипящие примеси, в середине колонны будет находиться чистый этиловый спирт, а в низу колонны сосредоточатся труднокипящие примеси. Тогда, продолжая процесс перегонки дальше, можно собрать отдельно легкокипящие жидкости, это будут альдегиды и эфиры, или головные погоны, затем чистый спирт и, наконец, труднокипящие примеси или хвостовые погоны, большую часть которых составляют сивушные масла.

5.10.4. Получение ректифицированного спирта первого сорта и спирта высшей очистки

Для ректификации спирта-сырца применяют аппараты следующих систем: периодического действия – одноколонный; непрерывного действия – двух, трех и четырехколонные; непрерывно действующие, в которых объединены брагоперегонный и ректификационный аппараты.

В настоящее время большинство спиртзаводов оборудованы непрерывно действующими брагоректификационными аппаратами.

Простейшим типом ректификационных аппаратов являются аппараты периодического действия

Аппарат (рис. 5.32) состоит из куба 1 с трубчатыми нагревательными элементами 2, ректификационной колонны 3, дефлегматора 4, холодильника 5, спиртового фонаря 6. Залитый в куб спирт-сырец нагревается паром. Кроме нагревательных элементов, для глухого обогрева в кубе установлены также барботер для ввода в куб открытого пара. Для обеспечения в колонне постоянного давления на паропроводе установлен парорегулятор. Ректификационная колонна может быть снабжена сетчатыми или колпачковыми тарелками в количестве не менее 40 штук.

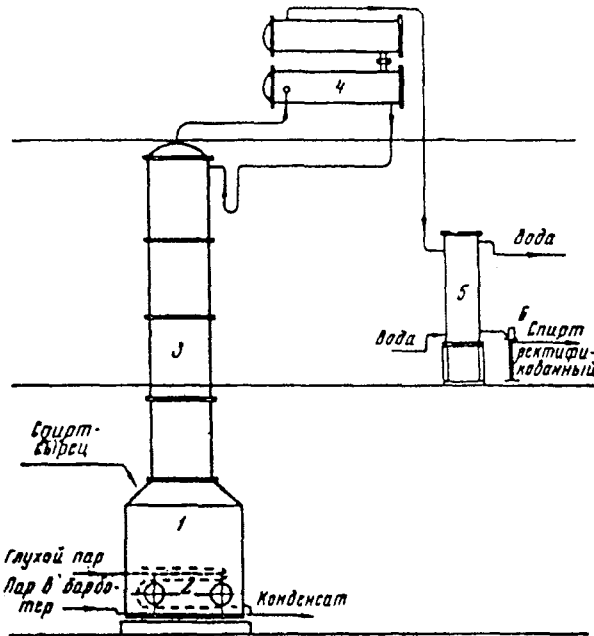


Рис. 5.32. Схема периодически действующего ректификационного аппарата:

1 – куб; 2 – змеевик; 3 – колонна; 4 – дефлегматор; 5 – холодильник; 6 – фонарь.

Получение ректифицированного спирта I сорта. В куб загружают определенный объем спирта-сырца, называемого навалкой. Не дожидаясь заполнения куба, как только спирт покроет барботер и змеевики,

через них подают пар. Вследствие энергичного перемешивания острым паром нагревание навалки идет интенсивно и через 0,5-1 ч после заполнения куба колонна начинает прогреваться. Навалку доводят до кипения, пары спирта поднимаются по колонне и поступают в дефлегматор.

После нагрева колонны подают воду на холодильник и дефлегматор так, чтобы пары спирта полностью конденсировались в дефлегматоре и не попадали в холодильник (как и при получении коньячных и плодовых спиртов). Затем подачу воды уменьшают так, чтобы пары спирта (низкокипящих компонентов), т.е. эфиров и альдегидов переходили в холодильник, где конденсировались и, охлаждаясь, выходили из аппарата. Отбирают их в отдельную емкость в количестве 0,5% от объема спирта сырца в кубе. Эфиروальдегидная фракция представляет собой жидкость с резким запахом и зеленоватым цветом. Затем отбирают 2,5–5% бесцветного продукта – III-го начального сорта. После этого отбирают 4-8% спирта II-го начального сорта, сливаемого отдельно. В конце его отбора проверяют качество на чистоту с серной кислотой. Если он соответствует качеству ректифицированного спирта I-го сорта, ведут отбор с максимально возможной скоростью, выдерживая необходимую крепость. Его отбирают 85% от объема навалки. После этого начинают отбор спирта II-го конечного сорта. При снижении крепости до 85-80% отбор II-го конечного сорта прекращают и отдельно отбирают фракцию с сивушными спиртами, которую подвергают обработке и промывке в сивухоотделителе.

Вторые сорта добавляют к следующей навалке, что увеличивает выход ректифицированного спирта I-го сорта до 95-97%; эфируальдегидной фракции получают 2,5-3,5%, сивушного масла – 0,3-0,4% и около 1% составляют потери.

Сгонку заканчивают при крепости дистиллята в фонаре 2%, в этот момент содержание спирта в кубе практически равно нулю. По окончании сгонки подачу пара в куб прекращают и оставшуюся жидкость спускают в канализацию.

Способ, отмеченный выше называется *методом одинарных крепких навалок*. Он дает возможность получить спирт самого высокого качества. Более экономичным является метод сложных крепких навалок. Он заключается в том, что после удаления приблизительно 85-90% спирта от содержания его в навалке сгонку останавливают на короткий период, куб вновь наполняют спиртом-сырцом и начинают ректификацию обычным способом. Таким образом, куб наполняют несколько раз, пока поступающий спирт не будет слишком разбавляться остатками от предыдущей сгонки и содержание сивушного масла в кубе не станет

слишком высоким. При шести наполнениях куба крепость последней навалки была бы около 60%, содержание сивушного масла около 3%. Поэтому практически делают не более трех навалок. Метод трехслойных навалок позволяет увеличить отбор ректификованного спирта, получить более концентрированными эфиральдегидную фракцию и сивушное масло и сократить расход пара по сравнению с одинарной навалкой.

Получение ректификованного спирта высшей очистки.

Ректификованный спирт высшей очистки на аппарате периодического действия может быть получен из спирта-сырца методами *двойной ректификации* или *замедленной сгонки*.

Для получения спирта ректификованного высшей очистки двойной ректификацией навалку (заполнение куба) производят ректификованным спиртом I-го сорта. Спиртовые продукты от предыдущей сгонки использовать не разрешается. Сгонку начинают часовой задержкой (подача воды на дефлегматор так, чтобы все спиртовые пары конденсировались в дефлегматоре без выхода их в холодильник), чтобы сконцентрировать головные примеси на верхних тарелках колонны. После задержки отбирают начальные сорта, затем ректификованный спирт I-го сорта. Когда качество спирта будет соответствовать качеству высшей очистки, что определяют анализами, ведут его отбор в количестве 50-60% от объема навалки. Конец отбора спирта высшей очистки определяют по анализу на содержание сивушного масла.

При ведении сложных навалок к очередной навалке приступают после отбора ректификованного спирта высшей очистки.

При получении ректификованного спирта высшей очистки методом замедленной сгонки из спирта-сырца во время сгонки проводят ряд задержек: перед отбором эфиральдегидной фракции (1,5 ч), перед началом отбора сорта высшей очистки (1 ч) и перед окончанием его отбора (0,5 ч). Моменты перехода на отбор сортов определяют по результатам анализов. При замедленной сгонке получают 60-65% ректификованного спирта высшей очистки от содержания абсолютного спирта в навалке.

5.10.5. Получение ректификованного спирта на непрерывно действующих аппаратах

Более прогрессивными являются непрерывно действующие ректификационные аппараты. Принцип работы аппарата заключается в том, что спирт-сырец последовательно освобождается от примесей в

соответствии со значением коэффициентов испарения, зависящих от крепости спирта. Для создания зон выделения примесей аппарат состоит из двух и более колонн, работающих каждая по своему режиму. Выход ректификованного спирта высокий (92,5-94%); концентрированные головные и хвостовые продукты, низшие спирты не требуют повторной перегонки, что дает экономию пара. Обслуживание аппарата значительно проще, так как исключается переработка промежуточных продуктов. Аппарат поддается автоматическому управлению, что осуществлено на ряде заводов.

Самым простым является двухколонный аппарат (рис. 5.33), состоящий из двух колонн: элюрационной 1 и ректификационной 2.

Элюрационная колонна предназначена для выделения из сырца головных примесей и в свою очередь состоит из нижней выварной части **б** и верхней альдегидной части **а**. Колонна снабжена дефлегматором 3 и конденсатором 4. Спирт-сырец поступает непрерывно на верхнюю тарелку выварной колонны и вместе с флегмой, стекающей из альдегидной колонны, спускается по тарелкам выварной колонны. В нижнюю часть ее подается греющий пар, движущийся вверх и увлекающий головные примеси.

Выварных тарелок устанавливают столько, чтобы при движении по ним спирта-сырца головные примеси успели испариться, обычно 15-20 тарелок. Водно-спиртовой раствор, освободившийся от большей части головных примесей, называется *элюратом*, поэтому и колонна называется элюрационной. В элюрате должно содержаться не более 0,0005% альдегидов и не более 100 мг/л сложных эфиров. Хвостовые примеси задерживаются в элюрационной колонне, потому что на ее тарелках находится жидкость с высокой концентрацией этилового спирта, при которой коэффициенты испарения хвостовых фракций меньше единицы (содержание эти примесей в парах меньше чем в жидкости). Количество отбираемой из верхней колонны эфиральдегидной фракции не превышает 3% от перерабатываемого сырца, крепость ее 95-96,5%.

Из элюрационной колонны освобожденный от головных примесей элюрат направляется в ректификационную колонну 2. В месте поступления элюрата колонна делится на две части: верхнюю **а** – концентрированную и нижнюю **б** – выварную.

Ректификационная колонна предназначена для выделения из элюрата чистого ректификованного спирта. В элюрате содержится небольшое количество головных примесей, а кроме этого, в самой колонне происходит эфиробразование, частичное окисление спиртов

в альдегиды, так что и эти головные примеси необходимо выделить в ректификационной колонне.

Примеси поднимаются в дефлегматор 5 и конденсатор 6, их пары, конденсируясь, образуют так называемый непастеризованный (нестандартный) спирт, который возвращается на элюрационную колонну для повторной переработки. Количество его составляет 2%. Стандартный ректификованный спирт отбирается в виде жидкости с 4-6-й верхней тарелки ректификационной колонны и поступает на холодильник и далее через фонарь и контрольный снаряд в спиртоприемник.

Промежуточные и хвостовые примеси, поступающие в ректификационную колонну с элюратом, концентрируются в нижней части выварной колонны. Сивушное масло отбирают из парового пространства одной или нескольких нижних тарелок и направляют в холодильник и через фонарь в маслоотделитель. Сивушный спирт отбирают несколько выше зоны концентрации сивушного масла.

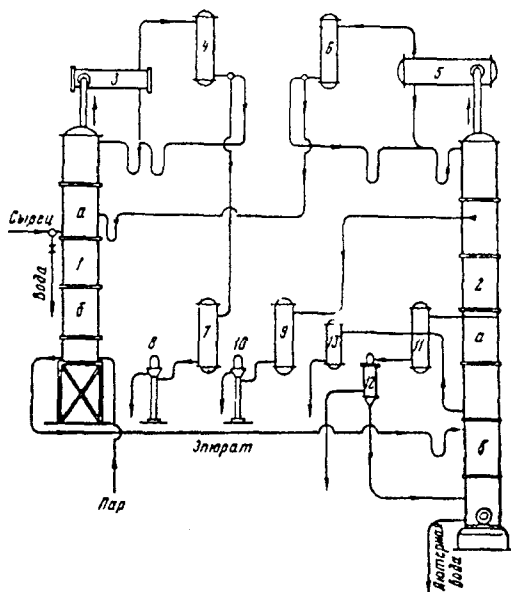


Рис. 5.33. Схема двухколонного ректификационного аппарата:

1 – элюрационная колонна; 2 – ректификационная колонна; 3 – дефлегматор элюрационной колонны; 4 – конденсатор элюрационной колонны; 5 – дефлегматор ректификационной колонны; 6 – конденсатор ректификационной колонны; 7 – холодильник головных продуктов; 8 – фонарь головных продуктов; 9 – холодильник ректификованного спирта; 10 – фонарь ректификованного спирта; 11, 13 – конденсаторы сивушного масла и сивушного спирта; 12 – маслоотделитель.

5.10.6. Получение спирта-ректификата на брагоректификационных аппаратах

Ректификованный спирт получают в последнее время непосредственно из бражки на брагоректификационных аппаратах. Эти аппараты разделяются на: аппараты прямого действия, полупрямого действия, косвенного действия и двухпоточные.

Аппараты прямого действия. В аппаратах прямого действия (рис. 5.34) головные примеси отделяют непосредственно из бражки в элюационной колонне, смонтированной на бражной колонне. Вследствие низкой концентрации спирта в бражке коэффициенты испарения примесей велики и элюация протекает полно. После этого бражка, лишенная головных примесей, поступает в бражную колонну 3, где из нее выпаривается этиловый спирт, хвостовые примеси и остатки головных примесей. Основную массу паров из бражной колонны направ-

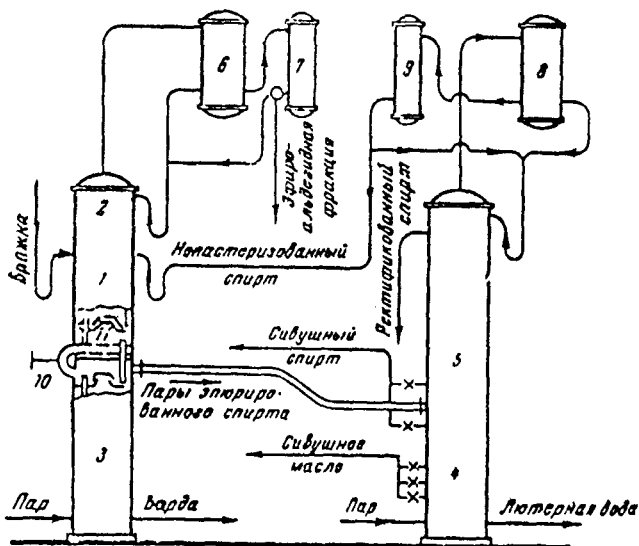


Рис. 5.34. Схема брагоректификационного аппарата прямого действия: 1 – варочная часть элюационной колонны; 2 – концентрационная часть элюационной колонны; 3 – бражная колонна; 4 – варочная часть ректификационной колонны; 5 – укрепляющая часть ректификационной колонны; 6 – дефлегматор элюационной колонны; 7 – конденсатор элюационной колонны; 8 – дефлегматор ректификационной колонны; 9 – конденсатор ректификационной колонны; 10 – трубопровод отвода части паров из бражной в элюационную колонну; 11 – варочная камера элюационной колонны.

ляют в ректификационную колонну 5. Незначительная часть паров переходит в элюационную колонну 1 для ее обогрева.

В аппаратах этого типа в ректификационную колонну поступают пары, уже освобожденные от основной массы головных примесей.

Хвостовые и промежуточные продукты, а также остатки головных продуктов отбираются в ректификационной колонне. Спирт-ректификат в жидком виде отводится с одной из верхних тарелок ректификационной колонны.

Аппараты прямого действия наиболее экономны в теплотехническом отношении, но вкус и запах спирта на них плохие. Углекислота, содержащаяся в бражке, выделяясь в бражной колонне, приносит в ректификационную колонну пары сивушных масел. Проникая в зону пастеризованного спирта, эти пары сообщают ректификату неприятный запах.

Аппараты полупрямого действия. В аппаратах этого типа (рис.5.35) бражка не подвергается предварительной элюации. Она поступает в бражную колонну 1, где выделяются пары, содержащие все примеси, спирт и воду.

Эти пары через ловушку 9, отделяющую взвешенные частицы, поступают в среднюю часть элюационной колонны (нижняя часть этой колонны 2 – выпарная, а верхняя 3 – концентрационная), где и подвергается элюации.

Очищенный от головных примесей спирт, в котором содержатся головные и промежуточные примеси, поступает в жидком виде в ректификационную колонну 6, снабженную дефлегматором 7 и конденсатором 8.

Такая схема в тепловом отношении менее экономична, но дает возможность получать высококачественный спирт-ректификат.

Схема трехколонного брагоректификационного аппарата полупрямого действия, образованного как бы из бражной колонны и двухколонного ректификационного аппарата, наиболее распространена на заводах.

Бражка без предварительной элюации поступает в бражную колонну 1. Пары из бражной колонны через ловушку 9 поступают в среднюю часть элюационной колонны. Нижняя часть 2 этой колонны выварная, верхняя 3 – концентрационная. Дефлегматор 4 конденсирует основную массу паров и конденсат возвращается в колонну в виде флегмы. Несконденсировавшиеся в дефлегматоре пары, содержащие головные примеси, поступают в конденсатор 5, откуда частично направляются в холодильник и фонарь, а частично возвращаются в колонну 3.

Жидкий эспурат, освобожденный от головных примесей, направляется в ректификационную колонну 6, снабженную дефлегматором 7 и конденсатором 8. Пастеризованный спирт отбирается с верхних (четвертой-шестой) тарелок ректификационной колонны. Промежуточные продукты и сивушное масло отбираются так же, как и в двухколонном ректификационном аппарате.

Головные продукты, т.е. непастеризованный спирт, прошедшие дефлегматор 7, в виде паров поступают в конденсатор 8, откуда возвращаются частично в ректификационную колонну на верхнюю тарелку, а частично направляются в эспурационную колонну 3.

Греющий пар поступает в бражную и ректификационную колонны через паровые регуляторы. В эспурационную колонну пар подается из выварной колонны. Бражка, поступающая в аппарат, предварительно подогревается в дефлегматоре.

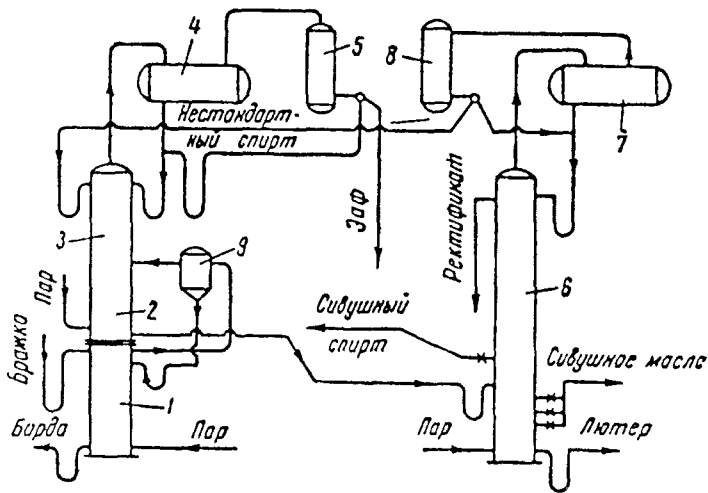


Рис. 5.35. Схема брагоректификационного аппарата полупрямого действия:

1 – бражная колонна; 2 – выварная часть эспурационной колонны; 3 – концентрационная часть эспурационной колонны; 4 – дефлегматор эспурационной колонны; 5 – конденсатор эспурационной колонны; 6 – ректификационная колонна; 7 – дефлегматор ректификационной колонны; 8 – конденсатор ректификационной колонны; 9 – ловушка.

Аппараты косвенного действия. Аппараты этого типа представляют соединение двух аппаратов: один из них дает спирт-сырец, а второй производит его ректификацию. На таких аппаратах получают

спирт высокого качества и они приняты как типовые для выработки спирта высшей очистки.

Бражка насосом подается в подогреватель 2 (рис. 5.36), здесь она обогревается водно-спиртовыми парами, поступающими из бражной колонны 1. Пары проходят через ловушку 10, где отделяются жидкие частицы. Подогретая бражка поступает в сепаратор 11, в котором из нее выделяется углекислота и несконденсировавшиеся газы. Газы поступают через конденсатор 3' в спиртоловушку, а бражка направляется в бражную колонну 1. Конденсат водно-спиртовых паров из конденсатора 3 и 3', подогревателя бражки 2 и спиртоловушки направляются в эспюрационную колонну 4. Эта колонна снабжена дефлегматором 5 и конденсатором 6.

Головные продукты из конденсатора 6 поступают через холодильник и ротаметр в фонарь 15. Освобожденный от основной части головных примесей водно-спиртовой раствор (эпюратор) направляется в ректификационную колонну 7. Эта колонна снабжена дефлегматором 8 и конденсатором 9. Из конденсатора 9 отбираются спирт и головные продукты (непастеризованный или нестандартный спирт). Непастеризованный спирт в количестве 3% от введенного в колонну абсолютного спирта возвращается в эспюрационную колонну. Ректификат отбирается в жидком виде с третьей, четвертой, шестой и седьмой тарелок (считая сверху) ректификационной колонны и поступает в холодильник 13, откуда через ротаметр направляется в фонарь 15.

Сивушное масло поступает в виде паров в холодильник 14, из него направляется в маслоотделитель. Выделенное в нем сивушное масло направляется в хранилище; спиртоводная жидкость из маслоотделителя возвращается в ректификационную колонну.

В ректификационной колонне отбираются также промежуточные продукты (сивушный спирт), направляемые в холодильник 12.

Колонны снабжены вакуум-прерывателями, пробными холодильниками для конденсации паров из лютерной воды и барды для контроля за содержанием спирта в них.

Подача греющего пара в бражную и ректификационную колонны регулируется паровыми регуляторами. В эспюрационную колонну пар поступает из выварной части ректификационной колонны.

Получение спирта-ректификата высшей очистки. При получении спирта-ректификата высшей очистки на брагоректификационных аппаратах необходимо изменить режим работы по сравнению с получением обычного спирта-ректификата. Для этого нужно: 1) увеличить отбор непастеризованного спирта в 1,2–1,5 раза. Весь

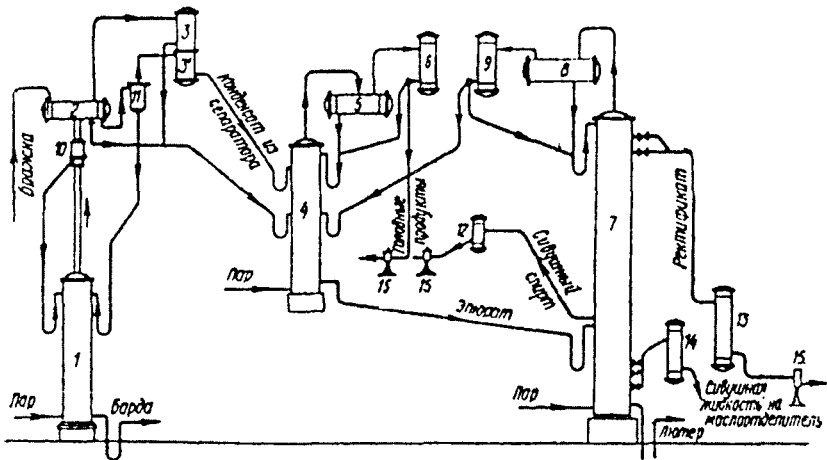


Рис. 5.36. Схема брагоректификационного аппарата косвенного действия: 1 – бражная колонна; 2 – подогреватель; 3 – дополнительный конденсатор; 3' – конденсатор паров из конденсатора; 4 – элюэционная колонна; 5 – дефлегматор элюэционной колонны; 6 – конденсатор элюэционной колонны; 7 – ректификационная колонна; 8 – дефлегматор; 9 – конденсатор ректификационной колонны; 10 – ловушка; 11 – сепаратор; 12 – холодильник сивушного спирта; 13 – холодильник ректифицированного спирта; 14 – холодильник сивушных паров; 15 – фонари.

непастеризованный спирт возвращать в элюэционную колонну; 2) производить отбор из ректификационной колонны, кроме сивушного масла, сивушного спирта; 3) снизить производительность аппарата на 20-30%.

Чтобы не снижать производительности действующих аппаратов при переходе на получение спирта-ректификата высшей очистки, необходимо аппараты дополнить колонной окончательной очистки. В этой колонне спирт-ректификат доводится до чистоты, требуемой ГОСТом для спирта-ректификата высшей очистки.

Получение спирта-ректификата на двухпоточном брагоректификационном аппарате. Сотрудники ВНИИФСа совместно с работниками Липецкого спиртзавода и Гипроспиртвино разработали двухпоточный брагоректификационный аппарат. В основу конструкции аппарата положена раздельная переработка двух самостоятельных продуктовых потоков, из которых один, представляющий смесь этилового спирта и воды, перерабатывается по схеме прямого действия, а второй, содержащий все примеси спирта, – по схеме косвенного действия.

Аппарат (рис. 5.37) состоит из бражной, элюэционной, первой и второй ректификационной колонн. Бражная колонна состоит из двух

частей: нижняя – выварная и верхняя – элюрационная, которая предназначена для выделения примесей из бражки.

Бражку насосом 1 подают в подогреватель бражки 2, где она нагревается теплом конденсации водно-спиртовых паров первой ректификационной колонны до 65-70°C. Подогретая бражка через сепаратор углекислоты 3 поступает на верхнюю тарелку элюрационной части бражной колонны 4. При температуре на верхней тарелке элюрационной части бражной колонны 90-95°C головные, промежуточные и хвостовые примеси образуют азеотропные смеси, что обеспечивает выделение из бражки практически всех летучих; примесей. Бражка, освобожденная от примесей, поступает в выварную часть. Водно-спиртовые пары, выделившиеся из этой бражки, с верхней тарелки выварной части колонны в количестве 85% через пеноловушку 7 поступают в первую ректификационную колонну 15. Пары, выделившиеся в элюрационной части колонны, в количестве 15% поступают в дефлегматор 8 и конденсатор 9. Дистиллят, полученный в дефлегматоре 8 и конденсаторе 9 направляют в элюрационную колонну 12. Пары из колонны 12 поступают в дефлегматор 13. Флегма стекает в колонну, а несконденсировавшиеся пары из дефлегматора поступают в конденсатор 14, где полностью конденсируются. Из конденсатора 14 отбирают эфирно-альдегидную фракцию в количестве 1-1,5%.

Элюрат крепостью 30% об. из колонны 12 в случае переработки дефектного сырья поступает во вторую ректификационную колонну 17. С верхних тарелок колонны 17 отбирают спирт-ректификат высшей очистки, с нижних тарелок – сивушное масло и сивушный спирт, направляемые на промывку. Из ректификационной колонны 15 отбирают спирт-ректификат высшей очистки.

При переработке кондиционного сырья вторую ректификационную колонну 17 отключают и в первую ректификационную колонну, кроме водно-спиртовых паров из бражной колонны, направляют и элюрат из элюрационной колонны. В этом случае отбор сивушного масла и сивушного спирта производят с нижних тарелок ректификационной колонны 15. Пары и газы, не сконденсировавшиеся в конденсаторах 9-11, 14, 19, направляют в спиртоловушку 16. Конденсат из спиртоловушки направляют на верхнюю тарелку элюрационной колонны 12, а несконденсировавшиеся газы выпускают в атмосферу. Греющий пар для обогрева подают в бражную, элюрационную, первую и вторую ректификационные колонны.

В аппарате поддерживают следующий технологический режим: температура в нижней части бражной колонны 107°-108°C; температура

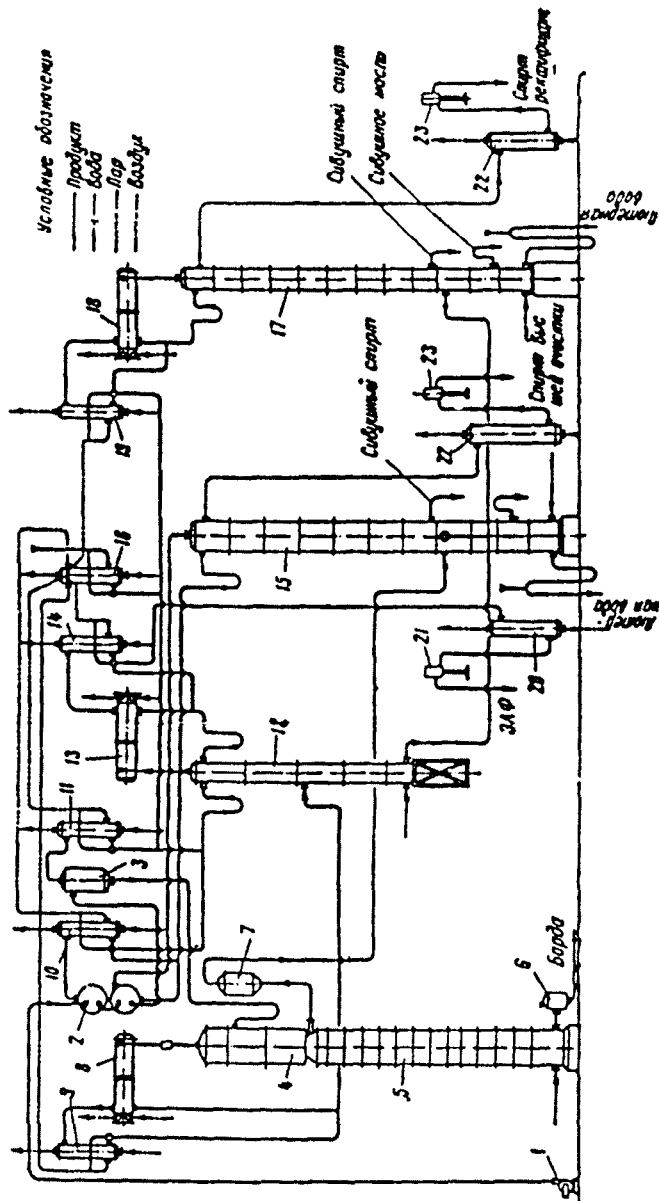


Рис. 5.37. Схема двухступенчатого брагоректификационного аппарата:

1 – насос; 2 – подогреватель бражки; 3 – сепаратор углеислоты из бражки; 4 – эпорационная часть бражной колонны; 5 – выпарная часть бражной колонны; 6 – бардрегулятор; 7 – пеноловушка; 8 – дефлегматор эпорационной части бражной колонны; 9 – конденсатор эпорационной части бражной колонны; 10 – конденсатор бражной колонны; 11 – сепаратор углеислоты; 12 – эпорационная колонна; 13 – дефлегматор эпорационной колонны; 14 – конденсатор эпорационной колонны; 15 – первая ректификационная колонна; 16 – спиртолушка; 17 – вторая ректификационная колонна; 18 – дефлегматор второй ректификационной колонны; 19 – конденсатор второй ректификационной колонны; 20 – холодильник; 21 – фонарь; 22 – холодильник спирта высшей очистки; 23 – фонарь спирта высшей очистки.

на верхней тарелке выварной части бражной колонны 103-104°C; температура на верхней тарелке эпюрирующей части бражной колонны 90-93°C; давление в нижней части бражной колонны 2800-3000 мм вод. ст.; температура в нижней части первой ректификационной колонны 105°C; температура на 16-й тарелке ректификационной колонны, при которой отбирают спирт-ректификат, 90°C; давление в нижней части ректификационной колонны 2500-2600 мм вод. ст. давление в нижней части эпюрационной колонны 1200 мм вод. ст., второй ректификационной колонны –1500-1600 мм вод. ст.; температура на питательной тарелке второй ректификационной колонны 88-90°C, в нижней части колонны 103,5-104°C.

Стандарт на спирт-ректификат. Спирт-ректификат и спирт-ректификат высшей очистки должны удовлетворять следующим требованиям: внешний вид – прозрачная бесцветная жидкость без посторонних частиц и мути; вкус и запах, характерные для каждого вида этилового спирта – ректифицированного и спирта высшей очистки – без постороннего и неприятного привкуса и запаха. Определение прозрачности, цвета, вкуса и запаха спирта-ректификата производят органолептическим путем, т. е. зрением, обонянием и вкусом. Такое определение называется дегустацией.

Химические показатели спирта-ректификата должны соответствовать показателям согласно таблицы 5.6.

5.11. Хранение и учет спирта

Хранение спирта производится в специально оборудованных для этого помещениях, выполненных во взрывобезопасном исполнении или на открытом воздухе в металлических цистернах большой емкости (100 – 5000 м³). Резервуары выполняют с плоской или конической крышкой (рис. 5.38 и 5.39). Первые, чаще всего, устанавливают в закрытых помещениях, а вторые – снаружи. Общая емкость резервуаров спиртохранилища должна быть не менее 20-дневной выработки спиртзавода.

Для приема, хранения и отпуска спирта из резервуаров хранилища оборудуются подводными и отводящими трубопроводами. Для разобщения резервуаров и трубопроводов применяется задвижка и внутренний запорный клапан. Труба, подводная спирт, должна доходить до дна резервуара, а на ее изгибе просверливается отверстие, чтобы устранить сифонирование спирта при остановке насоса. Для контроля уровня в резервуарах, отбора проб и осмотра резервуары оборудуются замерными люками и металлическими лестницами. Кроме этого,

резервуары оборудуют поплавковыми указателями уровня. Резервуары оборудуются верхним (световым) и нижним лазами, располагаемыми с противоположных сторон. На крышках резервуаров устанавливают дыхательные клапаны механического или гидравлического типа. Для защиты резервуаров от атмосферного электричества их заземляют и снабжают молниеотводами.

Учет спирта производится уже при выходе из холодильника аппаратного отделения, он проходит через контрольный снаряд. Контрольный снаряд – это прибор для измерения объема спирта с переводом его в объем безводного (100%-ного) спирта.

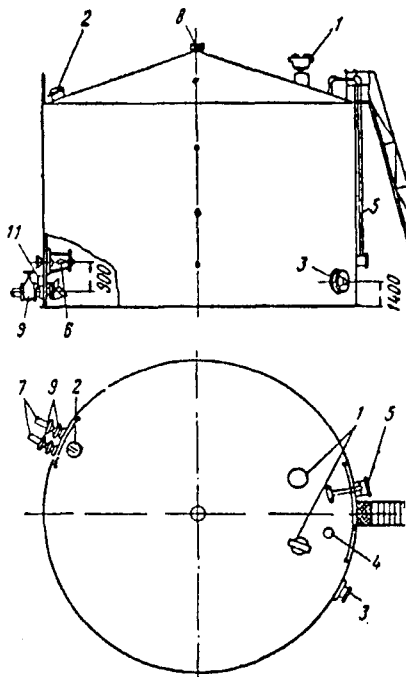


Рис. 5.38. Резервуар с конической крышкой:

1 – дыхательный клапан; 2 – верхний люк; 3 – нижний люк; 4 – люк замера; 5 – поплавковый уровнемер; 6 – внутренний запорный клапан; 7 – наливная и сливная коммуникации; 8 – вентиляционный патрубок; 9 – задвижка; 10 – лестница; 11 – перепускная труба.

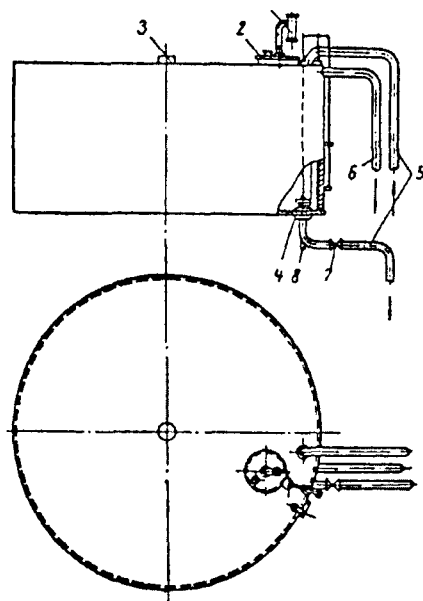


Рис. 5.39. Резервуар с плоской крышкой:

1 – дыхательный клапан; 2 – верхний люк; 3 – люк замера; 4 – внутренний запорный клапан; 5 – наливная и сливная коммуникации; 6 – переливная труба; 7 – задвижка; 8 – пробка под запорный клапан.

Показания его фиксируются специальными счетчиками. Контрольный снаряд закрывается специальным оцинкованным футляром, крепление которого пломбируется. Спирт, прошедший контрольный снаряд, поступает в мерники спиртового отделения, рассчитанные на полуторасуточную выработку спирта. Все резервуары для хранения спирта оборудуются сигнализацией для предупреждения их переполнения спиртом. Наружные резервуары оборудуются орошением.

Для перекачки спирта применяют центробежные насосы со взрывобезопасными электродвигателями, производительность которых обеспечивает перекачку суточной выработки спирта в течение не более 2 ч.

Все спиртовые трубопроводы выполняются сборными на фланцевых соединениях для возможной их разборки и сборки без применения электросварочных работ.

Для отпуску спирта потребителям, в том числе отгрузки по железной дороге, оборудуются спиртоотпускные отделения. В них устанавливают мерники различной емкости в количестве, обеспечивающем наименьшую затрату времени на операцию по отпуску спирта.

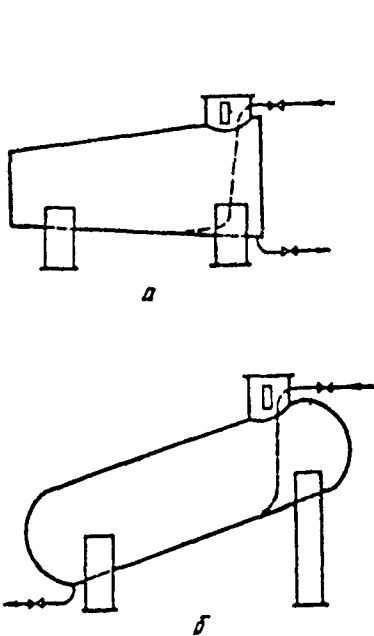


Рис.5.40. Мерники спирта:
а) – конический; б) – цилиндрический наклонный.

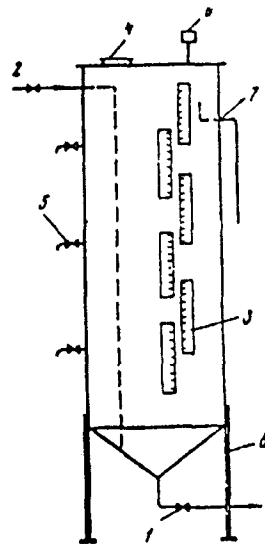


Рис. 5.41. Цилиндрический мерник:

1 – сливной кран; 2 – наполнительный кран; 3 – смотровые стекла; 4 – осветительное стекло; 5 – пробоотборные краны; 6 – воздушник; 7 – переливная труба; 8 – опорные стойки.

Наиболее распространенными являются конические мерники с цилиндрической горловиной емкостью 250 и 1000 дал (рис. 5.40.а) и цилиндрические наклонные мерники с цилиндрической горловиной (рис.5.40 б). Эти мерники предназначены для измерения отпускаемого объема при полном их наливе до метки, нанесенной на мерном окне цилиндрической вертикальной горловины. Для точного учета объема спирта по всей высоте мерника применяют цилиндрические вертикальные мерники (рис. 5.41). Для точного измерения объема полного мерника по контрольной отметке – он обеспечен сливной трубой, которая служит для слива спирта в отдельную емкость.

Для обеспечения полного измерения количества наличного спирта, наряду с коническими, обязательно устанавливают цилиндрический вертикальный мерник. Спиртоотпускные отделения с отпуском спирта в автоцистерны оборудуются двумя мерниками емкостью по 250 дал и одним 75 дал.

При наливе железнодорожных цистерн устанавливают два мерника по 1000 дал, один – 250 дал и один – 75 дал. Мерники устанавливают на отметке, позволяющей сливать спирт в транспортные цистерны самотеком. Наполняются мерники насосами.

5.12. Комплексное использование сырья и утилизация отходов спиртового производства

5.12.1. Комбинированная переработка картофеля на крахмал и спирт

Потребности народного хозяйства в крахмале и крахмало-продуктах ежегодно увеличиваются. Одним из основных видов сырья для производства крахмала является картофель. Производство крахмала из картофеля осуществляют по схеме:

картофель ⇒ гидравлическая подача ⇒ отделение примесей ⇒ мойка картофеля ⇒ взвешивание картофеля ⇒ измельчение картофеля ⇒ выделение клеточного сока из кашки ⇒ вымывание крахмала из кашки ⇒ концентрирование крахмального молока ⇒ выделение крахмала из крахмального молока ⇒ рафинирование и промывка крахмала ⇒ сырой крахмал

Вымытый и взвешенный картофель измельчают на терке в кашку, которая состоит из зерен крахмала, клетчатки и клеточного сока с растворимыми в нем минеральными и другими веществами. Для

отделения клеточного сока кашку разбавляют водой и выделяют соковую воду – разбавленный клеточный сок. Затем из кашки вымывают крахмал и получают крахмальное молоко – суспензию крахмала в воде. Из крахмального молока выделяют крахмал при помощи осадочных центрифуг или осаждением в желобах или отстойниках. Выделенный крахмал содержит небольшое количество примесей (мелкая мезга, свернувшиеся белки, клеточный сок). Для удаления примесей крахмал взмучивают с водой, рафинируют, т. е. освобождают от примесей на ситах, промывают водой, а затем концентрируют крахмальное молоко – отделяют воду от крахмала. Полученный сырой крахмал содержит 50–52% воды; его направляют на сушку или на дальнейшую переработку, например для получения крахмальной патоки.

При работе по описанной схеме и нормальном качестве сырья коэффициент извлечения крахмала, т. е. выход крахмала, выраженный в процентах от количества крахмала картофеля, составляет 80–85%. Остальное количество крахмала теряется главным образом в отходах производства: мезге и соковой воде. Мезгу применяют в качестве корма для скота. Соковую воду обычно выкачивают на поля фильтрации, хотя ее можно использовать как среду для выращивания кормовых дрожжей.

Наиболее рациональным является комбинированная переработка картофеля на крахмал и спирт. При этом из картофеля извлекают 50–70% всего крахмала, а оставшийся в мезге крахмал разваривают, осаживают и сбрасывают на спирт. Картофельная кашка поступает для выделения клеточного сока на отстойно-промывную центрифугу, куда для лучшего отделения клеточного сока вводится вода в количестве до 50% от количества картофеля. Выделенный клеточный сок, содержащий 4–5% сухих веществ, направляют для получения спирта. Кашка поступает на разделительное сито, орошаемое водой в количестве около 150% от количества картофеля. На этом сите около 50% крахмала выделяется в виде крахмального молока, а остальной крахмал – в виде крупной мезги, которую направляют для получения спирта. Крахмальное молоко из разделительного сита направляют в первую осадочную центрифугу для отделения соковой воды. Часть соковой воды направляют в отстойно-промывную центрифугу, а остальное количество – в спиртовое производство или в отстойник для выделения крахмала. Из первой осадочной центрифуги крахмальное молоко поступает на сотрясательное рафинировочное сито для отделения от мелкой мезги. Последняя поступает в спиртовое производство, а рафинированное крахмальное молоко – во вторую осадочную центрифугу для отделения

крахмала от соковой воды, а затем на осушающую центрифугу, при помощи которой содержание влаги в крахмале доводят примерно до 40%.

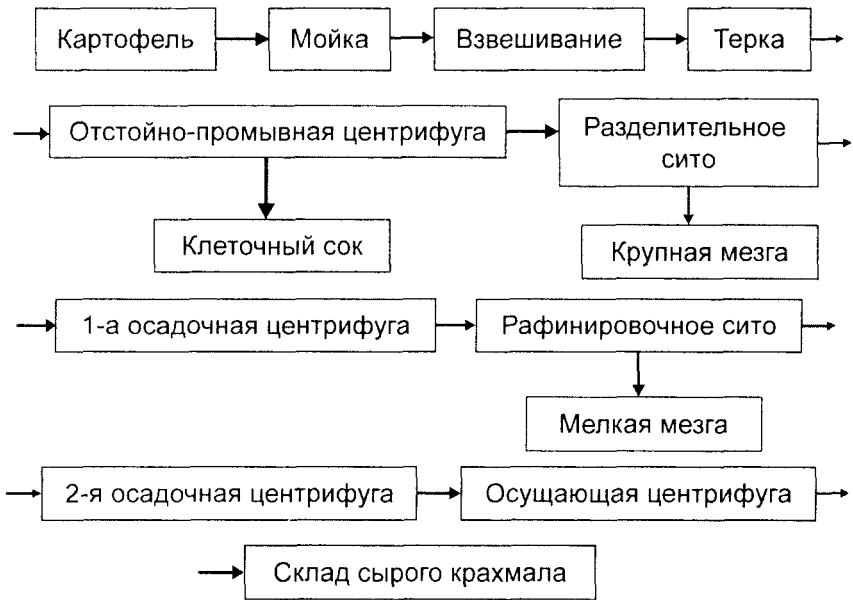


Рис.5.42. Схема комбинированной переработки картофеля на крахмал и спирт.

Для комбинированной переработки картофеля на крахмал и спирт можно также применять картофелеперерабатывающие агрегаты системы Пазирука – Чудинова. Такой агрегат является компактной, малогабаритной механизированной установкой. Выпускают картофелеперерабатывающие агрегаты четырех марок: АКПЧ-25-50, АПЧ-25, ПКА-10, АПЧ-10. В агрегат марки АПЧ-25 (рис. 5.43) производительностью 25 т картофеля в сутки входят наклонный шнек, мойка, терка, двухбарабанная осадительная центрифуга, ротационное сито для отцеживания от каши клеточного сока, щеточное сито, ротационное сито первого рафинирования крахмального молока, ротационное сито второго рафинирования крахмального молока отстойно-фильтрующая центрифуга и четырехплунжерный насос. Картофель наклонным шнеком 1 подают в мойку 2. Вымытый картофель поступает в терку 3. Картофельную кашку собирают в сборнике под теркой и подают первым плунжером четырех-

плунжерного насоса (на рис. 5.43 не показан) в осадительную центрифугу 4 для частичного выделения из кашки клеточного сока.

Отцентрифугированная картофельная кашка поступает в сборник под центрифугой, где ее разбавляют чистой водой и перекачивают насосом на ротационное сито 5, а соковая вода из центрифуги поступает в крохмалоловушку. На ротационном сите из кашки вымывают часть крахмала. Крахмальное молоко из этого сита направляют на второй барабан осадительной центрифуги 4, а оставшуюся кашку (полукашку) для дальнейшего вымывания свободного крахмала – на щеточное сито 6.

Мезга из щеточного сита самотеком поступает в сборник мезги и одним из плунжеров насоса ее перекачивают в мезговую яму. Выделенное на щеточном сите крахмальное молоко поступает во второй барабан осадительной центрифуги 4 вместе с крахмальным молоком из ротационного сита. В осадительной центрифуге получают крахмал влажностью около 58%, его разбавляют водой и перекачивают вторым плунжером насоса на ротационные сита первого рафинирования 7 и второго рафинирования 8. Мезгу из этих сит выводят в сборник мезги, а рафинированное (очищенное) крахмальное молоко поступает в отстойно-фильтрующую центрифугу 9, где крахмал сгущается и обезвоживается. Из центрифуги он выходит влажностью 38-40%.

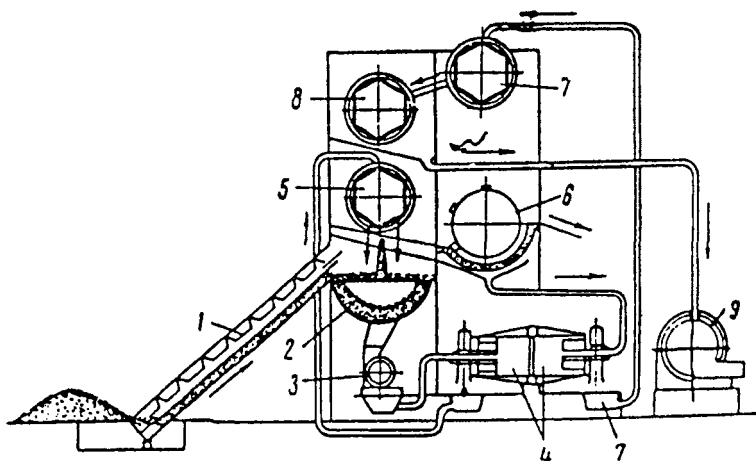


Рис. 5.43. Схема агрегата АПЧ-25.

Получение хлебопекарных дрожжей из зрелой бражки при переработке мелассы. Зрелая бражка спиртовых заводов, перерабатывающих мелассу, содержит в 1 м^3 12—15 кг дрожжей (в

пересчете на дрожжи 75%-ной влажности). Эти дрожжи можно выделять из бражки и использовать в качестве хлебопекарных.

Технологическая схема получения дрожжей из бражки, разработанная ВНИИФСом (рис 5.44), предусматривает следующие операции: двухступенчатое выделение дрожжевой суспензии из бражки на дрожжевых сепараторах; трехступенчатое извлечение спирта из дрожжевой суспензии промывной водой; аэрация дрожжевой суспензии; окончательная промывка дрожжей; отделение дрожжей на фильтр-прессах, формовка и упаковка дрожжей.

Бражку из последнего бродильного чана подают на дрожжевые сепараторы первой ступени сепарации, где отделяют 25% жидкой дрожжевой суспензии. Бражку, освобожденную от дрожжей, направляют на перегонку. Дрожжевую суспензию (дрожжевое молоко или дрожжевой концентрат) для обеспечения лучшего качества дрожжей охлаждают в теплообменнике до 6-8°C и подают в сепараторы второй ступени. На этих сепараторах получают густую дрожжевую суспензию в количестве 5-6% от объема бражки. Отсепарированную бражку из сепараторов второй ступени также направляют на перегонку, а дрожжевую суспензию для извлечения из нее спирта промывают. Промывку дрожжевой суспензии производят смешиванием ее с водой, а затем для отделения воды смесь направляют на сепараторы. Полученное после сепарирования дрожжевое молоко вновь смешивают с водой и снова сепарируют. Так повторяют три раза, т. е. производят трехступенчатую промывку дрожжей. Промывку дрожжей осуществляют по принципу противотока промывной воды и дрожжей. На первую ступень промывки поступает промывная вода со второй ступени, на вторую ступень – вода с третьей ступени. На третью ступень промывки поступает чистая вода. Промывные воды с первой ступени направляют для отгонки спирта. После третьей ступени промывки дрожжевое молоко для понижения физиологической активности во время хранения непрерывно аэрируют в колонне. Для аэрации подают очищенный воздух. Для повышения биологической чистоты дрожжей в верхней части колонны дрожжевое молоко облучают бактерицидными лампами. Затем дрожжевое молоко подвергают дополнительной двухступенчатой промывке. Промытое дрожжевое молоко направляют на фильтр-прессы, где воду отделяют от дрожжей. Дрожжи формуют и упаковывают в пачки. Выход дрожжей влажностью 75% составляет 50-55 кг на 1 т мелассы.

Качество хлебопекарных дрожжей, получаемых на спиртовых заводах, по подъемной силе не уступает дрожжам, выпускаемым на специализированных дрожжевых заводах. Себестоимость хлебопекар-

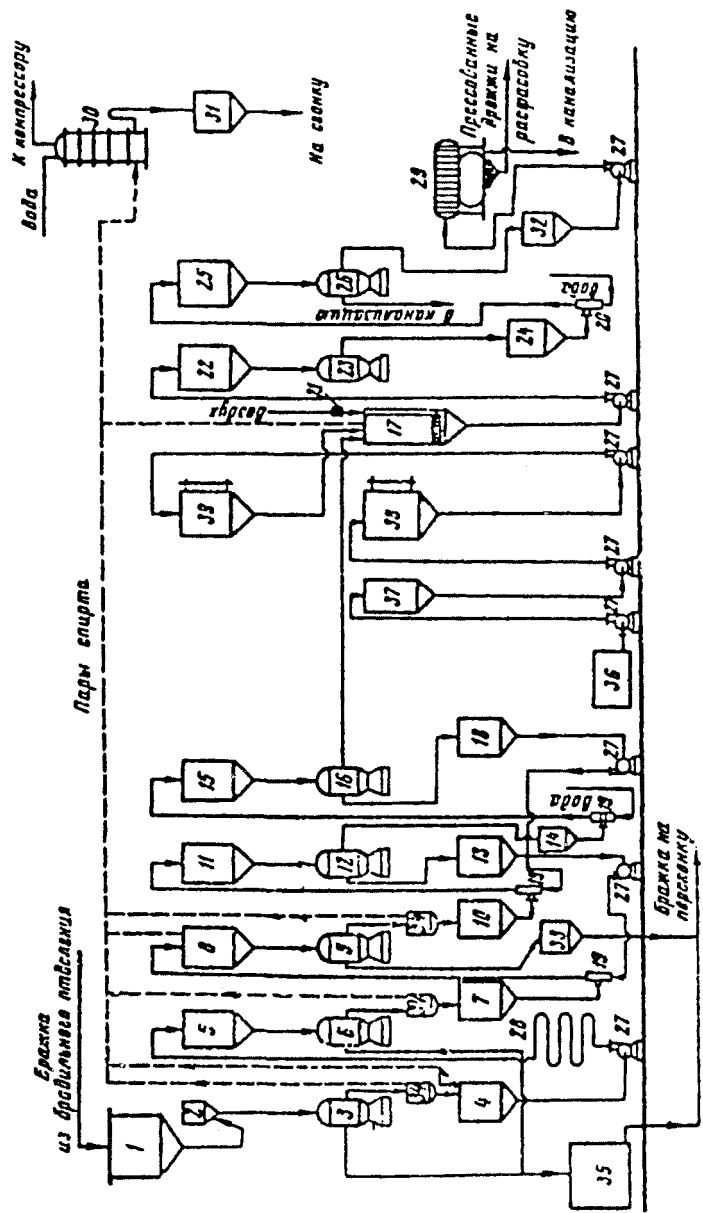


Рис. 5.44. Технологическая схема получения хлебопекарных дрожжей из мелассной бражки:

1 – напорный чан для бражки; 2 – фильтр-ловушка; 3 – сепаратор 1-й ступени; 4 – сборник дрожжевой суспензии; 5, 8, 11, 15, 22, 25 – напорные чаны дрожжевой суспензии от II–VII ступеней сепарации; 6, 9, 12, 16, 23, 26 – сепараторы II–VII ступеней сепарации; 7, 10, 14, 18, 24 – сборники дрожжевой суспензии после сепараторов; 13 – сборник оттока (промывной воды); 17 – аэратор; 19, 20 – эжекторы; 21 – фильтр для воздуха; 22 – насосы; 28 – теплообменник; 29 – спирт-пресс; 30 – спиртоловушка; 31 – сборник водно-спиртовой жидкости; 32 – сборник дрожжевого молока; 33, 35 – сборники бражки; 34 – чанки расширители для отделения CO₂ и паров спирта; 36 – сборник мальтозной патоки; 37 – рассиропник мальтозной патоки; 38 – пастеризатор мальтозной рассиропки; 39 – мерник мальтозной рассиропки.

ных дрожжей, получаемых на спиртовых заводах, на 30% ниже, чем на специализированных дрожжевых заводах.

5.12.2. Мелассная барда и ее использование

Мелассная барда содержит около 10% сухих веществ и 90% воды. Сухие вещества барды состоят из органических и минеральных веществ. К органическим веществам относятся белки, бетаин, глютаминовая кислота и другие аминокислоты, пентозы, глицерин, муравьиная, уксусная, гликолевая, молочная и янтарная кислоты, гуминовые соединения. Минеральные вещества барды содержат соли калия, натрия, кальция и микроэлементы (кобальт, медь, железо, марганец, бор и др.). Барда содержит также витамины. Длительное время мелассная барда не использовалась. Ее обычно выкачивали на фильтрационные поля, где происходила ее минерализация. При этом не только не использовались ценные составные части барды (глютаминовая кислота, бетаин, глицерин, микроэлементы, витамины), но и создавались большие трудности в работе. Для полей фильтрации необходима большая площадь, на каждые 1000 дал спирта суточной производительности завода требуется 10 га; земля таких полей пустует, так как на ней ничего не произрастает. Кроме того, в результате разложения составных частей барды образуются дурно пахнущие вещества, поэтому такие поля фильтрации загрязняют воздух.

Мелассная барда содержит пентозы, белки, глицерин, витамины и другие вещества, и поэтому является ценным кормом для скота в натуральном и упаренном виде.

Мелассную барду используют в качестве удобрения на полях под зерновые культуры и на свекловичных плантациях. В кислые почвы рекомендуют вносить мелассную барду в смеси с фильтр-прессной грязью, т. е. отходом свеклосахарного производства. Мелассную барду используют также для выращивания кормовых дрожжей, для получения глицерина и бардяной золы, глютаминовой кислоты и бетаина.

Получение кормовых дрожжей. Кормовые дрожжи служат ценным продуктом в животноводстве. Они содержат 48-54% белков, 25-35% углеводов, 2-3% жира, 6-8% минеральных веществ. Основная ценность кормовых дрожжей состоит в том, что они – богатый источник белков и витаминов. Мелассная барда содержит сахара, глицерин, органические кислоты и поэтому может служить питательной средой для выращивания кормовых дрожжей.

При производстве спирта из мелассы кормовые дрожжи получают выделением спиртовых дрожжей из барды после перегонки бражки дополнительным культивированием специальных дрожжей на необездрожженной барде, т. е. содержащей отработанные дрожжи; культивированием специальных дрожжей на обездрожженной барде, т. е. полученной после перегонки бражки, из которой выделены отработанные дрожжи для использования в качестве хлебопекарных.

Чтобы выделить отработанные спиртовые дрожжи в качестве кормовых, мелассную барду охлаждают до 30-35°C и дважды сепарируют. Полученный дрожжевой концентрат (дрожжевое молоко) содержит 250-300 г/л дрожжей. Его можно использовать непосредственно для корма скота (жидкие дрожжи) или высушить и получить сухие кормовые дрожжи. Выход сухих кормовых дрожжей влажностью 8-10% составляет около 3 кг из 1 м³ барды. Более целесообразно не ограничиваться выделением отработанных дрожжей из барды, а использовать ее в качестве питательной среды для выращивания кормовых дрожжей. В производстве кормовых дрожжей пользуются дрожжеподобными грибами: кандида тропикалис СК-4, кандида тропикалис Л-2, торула утилис С-1. Технологическая схема получения кормовых дрожжей выращиванием их на обездрожженной барде:

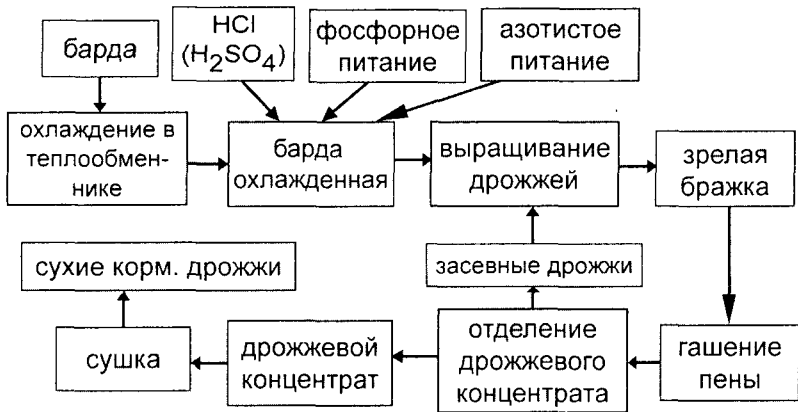


Рис.5.45. Технологическая схема производства дрожжей из мелассной барды

Барду по выходе из перегонного аппарата охлаждают в теплообменнике до 25-30°C, добавляют фосфорное и азотистое питание и подкисляют до pH 4,8-5,2 серной или соляной кислотой. В качестве источника фосфора применяют суперфосфатную вытяжку, диаммонийфосфат,

динатрийфосфат и ортофосфорную кислоту, в качестве источника азота – серноокислый аммоний. Для увеличения выхода кормовых дрожжей к барде добавляют 1% мелассы, которую предварительно разбавляют до 30% сухих веществ, смешивают с горячей бардой и при 80-90°С выдерживают 20 мин. Выращивание дрожжей производят непрерывно в дрожжерастильном чане. Одновременно с притоком барды в дрожжерастильный чан подают засевные дрожжи в количестве 40-50% от количества усвояемых углеродсодержащих веществ барды, считая на дрожжи 75%-ной влажности. Указанный засев обеспечивают возвратом дрожжей после сепарации и дрожжами, размноженными из чистой культуры.

Разведение засевных дрожжей из чистой культуры производят периодически в четыре стадии: колба и дрожжевые маточники емкостью 15, 120 и 1200 л. В качестве питательной среды в этих четырех стадиях применяют стерильное мелассное сусло, подкисленное серной или соляной кислотой. Дальнейшее накопление засевных дрожжей производят непрерывно в дрожжанке. Питательную среду готовят разбавлением барды водой в соотношении 1 : 1 с добавлением 10 кг стерилизованной мелассы на 1 м³ разбавленной барды. Приток питательной среды в дрожжанку и отвод зрелых дрожжей составляет 10% полезной емкости дрожжанки в час. В дрожжанке поддерживают температуру 30°С, рН 4,6–4,8 и непрерывно подают воздух. Количество дрожжей (75%-ной влажности) по выходе из дрожжанки должно составлять 18-20 г/л. Один раз в семь суток дрожжи полностью передают в дрожжерастильный чан и после стерилизации всей аппаратуры и трубопроводов цикл разведения дрожжей повторяется.

При переработке необездрожженной барды подсев дрожжей в дрожжерастильный чан производят только дрожжами чистой культуры. В этом случае процесс накопления засевных дрожжей удлиняется на одну стадию, проводимую на неразбавленной барде непрерывным способом в большой дрожжанке. В этой стадии накапливают 50 г/л дрожжей, что полностью обеспечивает засев дрожжерастильного чана без возврата отсепарированных дрожжей. Лучше выделять дрожжи из необездрожженной барды на сепараторах и выращивать кормовые дрожжи на отсепарированной барде. При этом дрожжи спиртового брожения присоединяют к суспензии кормовых дрожжей, сепарируют и высушивают.

При выращивании товарных кормовых дрожжей в дрожжерастильном чане поддерживают температуру 32-34°С и в него непрерывно продувают воздух 30 м³/час на 1 м³ сусла. Длительность выращивания

составляет 8-8,5 ч. Дрожжевая бражка с содержанием 50 г/л дрожжей непрерывно поступает из дрожжерастильного чана в дезэмульгатор, где гасится пена. Выделение дрожжей из бражки производят трехступенчатой сепарацией. После третьей ступени сепарации дрожжевой концентрат содержит 600 г/л дрожжей и поступает для высушивания в сушилку. Сухие дрожжи из сушилки поступают на расфасовку. Выход воздушно-сухих дрожжей из 1 м³ барды составляет 11-13 кг, при добавлении к барде 1% мелассы – 16-20 кг. Дрожжевой концентрат по пути в сушилку целесообразно облучать ультрафиолетовыми лучами для превращения провитамина эргостерола, содержащегося в дрожжах, в витамин D₂. Наличие витамина D₂ в корме исключает заболевание молодняка рахитом.

Согласно техническим условиям, кормовые дрожжи должны соответствовать следующим требованиям:

1. Внешний вид – чешуйки, гранулы или порошок коричневого цвета.
2. Вкус и запах, свойственные дрожжам, посторонний запах и вкус не допускаются.
3. Влажность не более 12%.
4. Кислотность не более 1 г уксусной кислоты на 100 г абсолютно сухого продукта.
5. Содержание общего белка на абсолютно сухое вещество не менее 43%.
6. Содержание золы (на абсолютно сухое вещество) не более 12%.

Вторичная барда, полученная после отделения дрожжевого концентрата на сепараторах, мало отличается по химическому составу от первичной, т. е. обычной барды, поэтому ее можно применять в жидком или упаренном виде для получения кормовых концентратов. При производстве кормовых концентратов и кормовых дрожжей возможна сушка дрожжевой бражки без ее сепарации в смеси с наполнителями: кукурузные кочерыжки, солома, отруби, жом (отход свеклосахарного производства). Такой способ упрощает работу дрожжевого цеха и улучшает кормовые достоинства концентрата за счет белков и витаминов дрожжей.

Получение глицерина и бардяной золы. Для извлечения глицерина обездрожженную барду обрабатывают бардяной золой, отстаивают, фильтруют, выпаривают в выпарных аппаратах до содержания сухих веществ 75%, а затем окончательно упаривают до содержания сухих веществ 95% в автоклавах с подвижной поверхностью

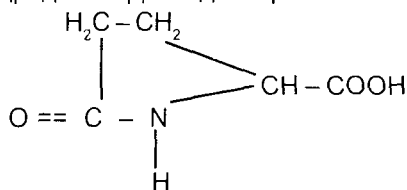
нагрева. Из упаренной барды глицерин отгоняют с водяным паром под вакуумом. Полученный глицерин-сырец очищают при помощи ионообменных смол или вторично подвергают дистилляции. Барду, из которой выделен глицерин, разбавляют водой до содержания сухих веществ 75% и сжигают в топках паровых котлов. Теплотворная способность барды с содержанием 75% сухих веществ 2500 ккал/кг. При сжигании получают бардную золу; последнюю используют для получения калиевых и натриевых солей. В пересчете на 1 т мелассы получают около 15 кг глицерина и 80 кг бардной золы; кроме того, получают пар для энергетических и тепловых нужд.

Получение глицерина, глютаминовой кислоты и бетаина. Из мелассной барды можно извлечь глицерин, глютаминовую кислоту и бетаин.

Глицерин $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$ широко применяется в производстве взрывчатых веществ, пластмасс, красок, косметических товаров и др.

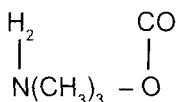
Глютаминовая кислота $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ широко применяется в качестве лечебного средства. Натриевая соль глютаминовой кислоты – глютамат натрия – придает пищевым продуктам естественный вкус и свежесть, и поэтому его применяют в консервной промышленности, в производстве мороженых овощей, маргарина, пищевых концентратов и других продуктов питания.

Глютаминовая кислота $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ содержится в барде в виде ангидрида – пирролидонкарбоновой кислоты



которая под действием сильных кислот или оснований легко гидролизуется в глютаминовую кислоту.

Бетаин



применяют в виде лечебного средства, чаще всего в виде солянокислого бетаина – ацидина, а также для предохранения от порчи пищевых продуктов.

Для получения глицерина, бетаина и глютаминовой кислоты мелассную барду сгущают в выпарных аппаратах до содержания сухих веществ 50%. Затем барду обрабатывают разбавленной серной кислотой; образовавшиеся сернокислые соли кальция, калия и натрия вследствие малой растворимости в концентрированной барде выпадают в осадок, который отделяют на центрифуге. Затем барду повторно выпаривают до содержания сухих веществ 82-85%. Из упаренной барды отгоняют глицерин водяным паром под разрежением, гидролизуют барду соляной кислотой. При гидролизе пирролидонкарбоновая кислота превращается в глютаминовую.

Гидролизат охлаждают, при этом выпадает осадок – смесь хлористых солей и гуминовых веществ. Осадок отделяют на центрифуге, а фугат выпаривают до относительной плотности 1,32-1,33. При выпаривании выпадает осадок, который представляет собой смесь хлористых солей калия, натрия и ацидина. Выпавший осадок называют сырой солью ацидина; его отделяют на центрифуге. Осадок служит для получения сырой соли ацидина, а фугат – для получения глютаминовой кислоты.

Сырую соль ацидина растворяют в соляной кислоте, в которой плохо растворимы хлористые соли калия и натрия. Они остаются в осадке, отделяемом фильтрацией. Раствор ацидина выпаривают до образования кристаллов и охлаждают, выпавшие кристаллы отделяют фильтрацией. Так как последние недостаточно чистые, их растворяют в воде, обрабатывают раствор активным углем и отфильтровывают. Отфильтрованный раствор ацидина охлаждают, при этом он кристаллизуется. Полученные кристаллы ацидина промывают этиловым спиртом и высушивают до содержания влаги не более 0,5%. Продукт просеивают и упаковывают.

В фугат, полученный после отделения сырой соли ацидина, добавляют соляную кислоту и проводят кристаллизацию, в процессе которой выпадают в осадок кристаллы хлоргидрата глютаминовой кислоты. Хлоргидрат отфильтровывают и растворяют в воде. Раствор обрабатывают активным углем и фильтруют. Осветленный раствор хлоргидрата глютаминовой кислоты нейтрализуют раствором едкого натра; при нейтрализации выпадают кристаллы глютаминовой кислоты, после чего раствор медленно охлаждают и проводят повторную кристаллизацию.

Кристаллы глютаминовой кислоты отделяют на центрифуге, растворяют в воде и добавляют раствор едкого натра – образуется глютамат натрия. Раствор осветляют активным углем, добавляют соляную кислоту и вторично проводят кристаллизацию полученной глютаминовой кислоты. Выпавшие кристаллы глютаминовой кислоты отделяют на центрифуге, промывают холодной водой и высушивают. Повторная кристаллизация позволяет получать глютаминовую кислоту высокой чистоты (99,8%).

5.12.3. Использование зерно-картофельной барды

При переработке зерно-картофельного сырья выход барды составляет около 13 дал/дал спирта суточной производительности. Зерновая барда содержит 92-93% воды и 8-7% сухих веществ; картофельная барда соответственно – 95% воды и 5% сухих веществ. Сухие вещества барды состоят из белков, гемицеллюлоз, целлюлозы, сахаров, жира и минеральных веществ. В барде содержатся также витамины группы В.

Использование барды на кормовые цели. Барда является ценным кормом для животных. Простым способом ее использования является скармливание в свежем виде, однако это удобно только зимой. В другие периоды года при наличии растительного корма барда полностью не используется. При ее хранении в ней развиваются различные микроорганизмы, барда темнеет, приобретает кислый запах и вкус, становится непригодной для скармливания. Для длительного хранения барда должна консервироваться.

Консервирование барды осуществляют путем молочнокислого брожения. Барду сливают в траншеи и добавляют в нее сечку, полову и другие грубые корма. Вместе с бардой в первые двое суток в нее добавляют молочнокислую закваску, которую готовят на грубом фильтрате барды. Температура барды при сливе закваски должна быть 50-55°С. В последующие дни закваска не добавляется. Молочнокислые бактерии вызывают молочнокислое брожение барды. Молочная кислота, образовавшаяся при брожении, является антисептиком и предохраняет барду от развития вредных микроорганизмов. Консервированная барда охотно поедается животными.

Для хранения барды, учета ее и отпуска потребителям спиртозавод должен иметь бардяное хозяйство и бардораздаточную станцию (рис. 5.46). Барда из брагоректификационного аппарата поступает в

бардосборники 1, а затем через регулятор напора 2 в автоматические счетчики 3. По одному из них через трубу А барда поступает на откормочный пункт, а по второму – в мерники 4 для отпуска потребителям. В тех случаях, когда поступление барды в бардосборники превышает отпуск ее, избыток барды по чересной трубе Б поступает в бардяные траншеи 5 для консервирования. Из траншеи она поступает в сборник 6 и насосом 7 по трубопроводу 8 подается в бардосборники для отпуска потребителям.

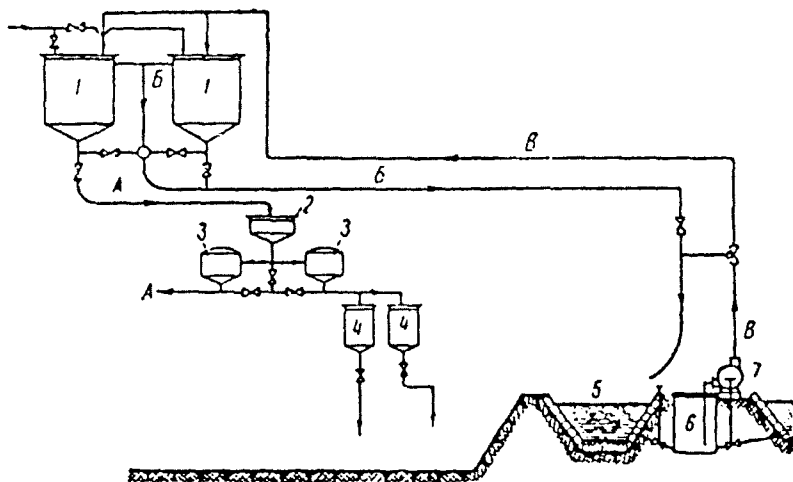


Рис. 5.46. Схема бардяного хозяйства

Получение кормовых дрожжей на зерно-картофельной барде. Зерно-картофельная барда служит ценным белковым кормом. Однако незначительная концентрация сухих веществ в барде (около 7%) не позволяет использовать ее для откорма крупного рогатого скота, свиней, птиц, для которых требуется белковый корм в концентрированном виде, лучше всего в виде кормовых дрожжей. ВНИИФС разработал способ переработки зерно-картофельной барды с получением кормовых дрожжей и вторичной барды. Кормовые дрожжи предназначены для откорма молодняка, а вторичная барда – для откорма взрослых животных.

Для выращивания кормовых дрожжей на зерно-картофельной барде применяют дрожжеподобные грибы Кандида тропикалис СК-4. Технологическая схема производства кормовых дрожжей показана на рис. 5.47.

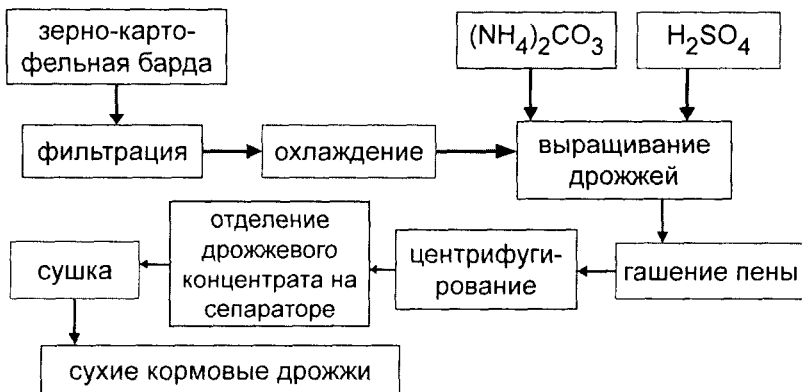


Рис. 5.47. Технологическая схема производства кормовых дрожжей на зерно-картофельной барде.

Барду необходимо прежде всего отделить от дробины, для этого ее фильтруют через сито с отверстиями диаметром 0,5-0,7 мм. Фильтрат барды охлаждают в теплообменнике до 35°С и направляют в дрожжерастильные чаны; в качестве дополнительного питания добавляют углекислый или сернокислый аммоний 0,15-0,2% к объему питательной среды. Маточные дрожжи выращивают в начале производственного сезона в аппарате чистой культуры. В дальнейшем в качестве засевных дрожжей применяют часть дрожжевого молока (15–20%) после сепаратора, которое непрерывно поступает в дрожжерастильный чан.

Дрожжи выращивают непрерывно. При выращивании дрожжей поддерживают температуру 34-35°С и непрерывно продувают воздух. Длительность выращивания дрожжей около 6 ч. Дрожжи выращивают при pH 5,0-5,6, так как при такой кислотности среды замедляется развитие инфекции. Для поддержания указанного pH в дрожжерастильный чан добавляют серную кислоту. Бражка из дрожжерастильного чана проходит через дезмульгатор для гашения пены.

Выделение дрожжей из дрожжевой бражки производят в две ступени: на центрифуге и дрожжевых сепараторах. На центрифуге отделяют более крупные частицы, препятствующие работе дрожжевых сепараторов. Из центрифуг дрожжевую бражку подают на дрожжевой сепаратор, где получают дрожжевое молоко. Это дрожжевое молоко смешивают с массой, отделенной в центрифуге, и полученную смесь направляют в сушилку. Дрожжи высушивают до влажности 10%, расфасовывают и взвешивают. Полученные товарные дрожжи состоят из вновь выращенных кормовых дрожжей Кандида тропикалис и остаточных спиртовых

дрожжей сахаромикетов, а также мелких частиц барды. Выход сухих товарных дрожжей составляет 22–24 кг из 1 м³ исходной барды.

Обездрожженную бражку из сепаратора (фугат) смешивают с отделенной дробиной и вместе с ней в виде так называемой вторичной барды направляют для корма скота; добавлением углекислого аммония можно полностью возместить во вторичной барде весь азот, унесенный дрожжами.

Получение хлебопекарных дрожжей на зерно-картофельной барде. Зерно-картофельная барда в натуральном виде непригодна как питательная среда для выращивания хлебопекарных дрожжей. Если осахарить содержащиеся в барде крахмал и декстрины плесневыми грибами и удалить дробину и отработанные дрожжи, то можно получить питательную среду для выращивания хлебопекарных дрожжей. Количество сахаров в барде при обработке грибной культурой увеличивается в два-три раза. ВНИИФС разработал следующую технологическую схему получения хлебопекарных дрожжей на зерно-картофельной барде:

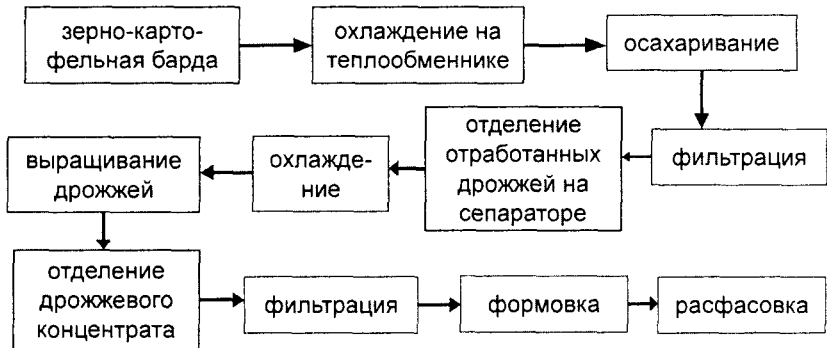


Рис. 5.48. Технологическая схема производства хлебопекарных дрожжей на зерно-картофельной барде.

Барду из брагоректификационного аппарата охлаждают в теплообменнике и подают в осахариватель, где осахаривают культурой плесневых грибов. После осахаривания барду направляют на вращающееся барабанное сито для отделения дробины. Часть полученного грубого фильтрата (около 3%) идет для выращивания плесневых грибов, а остальное количество подают на камерный сепаратор. Осадок, отделенный на сепараторе, состоит из отработанных дрожжей и взвешенных частиц барды. Этот осадок содержит 25-30% сухих веществ, основной частью которых (примерно около половины) являются белки. Поэтому его

называют белковым концентратом. Последний можно использовать в качестве корма для животных в том виде, в каком его получают из сепаратора, или высушивать его в барабанной сушилке отходящими топочными газами.

Осветленную на сепараторе барду охлаждают в теплообменнике и направляют для выращивания засевных и товарных дрожжей периодическим способом при 30-32°C. Засевные дрожжи выращивают на осветленной барде с добавлением осахаренной массы в количестве около 0,3% к объему барды. Для лучшего использования крахмала и декстринов осахаренной массы ее осахаривают глубинной культурой плесневых грибов и осветляют на сепараторе. Выращенные засевные дрожжи подают на дрожжевой сепаратор. Полученное дрожжевое молоко смешивают с холодной водой и вновь возвращают на сепаратор. Промытое и сгущенное дрожжевое молоко перекачивают на фильтр-пресс и получают прессованные засевные дрожжи (влажность 75%). Такие дрожжи готовят два-три раза в месяц и хранят в холодильнике. Товарные дрожжи выращивают в дрожжерастильном чане. В среду для выращивания – осветленную на сепараторе барду – добавляют углекислый аммоний в количестве 0,2%. При выращивании дрожжей рН увеличивается; для поддержания оптимального рН 4,8-5,5 в дрожжерастильный чан вводят разбавленную серную кислоту. Дрожжевую бражку из дрожжерастильного чана подают на дрожжевые сепараторы, где дрожжи отделяют от бражки, промывают и сгущают. Дрожжевое молоко подают на фильтр-пресс, затем прессованные дрожжи формируют на формовочной машине, расфасовывают и направляют на склад готовой продукции. Выход хлебопекарных дрожжей влажностью 75% составляет 11,5 кг из тонны барды. Качество полученных дрожжей соответствует требованиям ГОСТа на дрожжи прессованные хлебопекарные. К обездрожженной бражке добавляют дробину, отделенную на барабанном сите, и раствор углекислого аммония или мочевины в количествах, соответствующих количеству азота, выведенного из барды с белковым концентратом. Полученную вторичную барду используют для корма скота.

Производство кормового биомицина в комплексе с витамином В₁₂. Биомицин (ауреомицин, хлортетрациклин) является антибиотиком, который широко применяется в качестве профилактического и лечебного средства при желудочных заболеваниях свиней, молодняка крупного рогатого скота и птицы. Употребление биомицина в кормовом рационе способствует увеличению привеса животных. Продуцентом биомицина служит лучистый грибок (актиномицет)

Актиномицес ауреофациенс. Этот актиномицет продуцирует также витамин В₁₂. Применение витамина В₁₂ в животноводстве стимулирует рост молодняка, содействует усвоению белка организмом. Для увеличения выпуска кормового биомицина на некоторых спиртовых заводах организовано производство препарата БКВ (биомицин кормовой витаминизированный).

Актиномицет Актиномицес ауреофациенс на спиртовых заводах выращивают глубинным способом на специальной питательной среде. Исходным посевным материалом (маточной культурой) служат споры Актиномицес ауреофациенс штамм ЛСБ-16, приготовленные на пшене и получаемые во флаконах; более активный штамм ЛСБ-2201. Состав питательной среды для выращивания Актиномицес ауреофациенс приведен в табл. 5.7.

Таблица 5.7.

Состав питательной среды

Составные части	Содержание	
	%	на 1 м ³ , кг
Фильтрат зерно-картофельной барды	10-15	100-150 (л)
Мука (кукурузная, пшеничная, ржаная) или разваренная масса	4 18-20	40 200
Аммоний азотнокислый	0,7	7
Кальций углекислый	0,5	5
Натрий хлористый	0,2	2
Пеногаситель (масло растительное или кашалотовый жир)	0,2	2
Кобальт хлористый	0,0001	1 (г)
Бензил роданистый в масле	0,0001	1 (г)

Величина рН питательной среды 6,6-6,7, что достигается добавлением извести или раствора едкого натра; воду приливают до заданного объема.

Получение посевного материала в колбах. Споры актиномицета выращивают в колбах емкостью 750-1000 мл на питательной среде указанного состава, но без хлористого кобальта, роданистого бензила и пеногасителя. Количество колб зависит от потребного количества мицелиальной культуры. Колбы с питательной средой стерилизуют в автоклаве при давлении 1,2 *ати* в течение 40 *мин*. После охлаждения питательной среды до 28-30°С в каждую колбу стерильно вносят по 20-30 зерен пшеницы со спорами культуры.

Колбы ставят на качалку и выращивание производят при температуре 26-28°С в течение 24-30 ч. Из полученной мицелиальной культуры

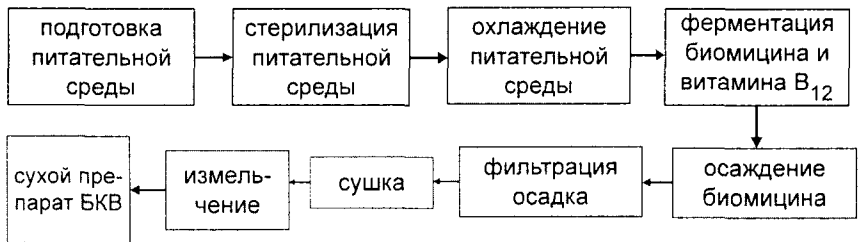


Рис. 5.49. Технологическая схема производства биомицина в комплексе с витамином B_{12} .

(первая расплодка) выращивают мицелиальную культуру в нескольких колбах (вторая расплодка), в зависимости от требуемого объема засевной культуры для посевных аппаратов. В каждую из колб емкостью $750-1000 \text{ см}^3$ наливают по 200 см^3 питательной среды и все колбы помещают в автоклав для стерилизации среды при давлении $1,2 \text{ атм}$ в течение 40 мин . После стерилизации охлаждают до 30°C и в каждую колбу стерильно вносят $5-6 \text{ см}^3$ мицелиальной культуры из колбы первой расплодки и все колбы ставят на качалку и выращивают при $26-28^\circ\text{C}$ в течение $24-30 \text{ ч}$. Одну-две колбы из числа приготовленных оставляют для засева среды в посевных аппаратах.

Посевной аппарат представляет собой цилиндрический сосуд со сферическим дном и крышкой. Питательную среду для посевного аппарата применяют такого же состава, но без хлористого кобальта. Питательную среду готовят в смесителе. Вначале набирают $2/3$ необходимого количества воды и все количество барды, а затем засыпают всю муку. Полученную смесь нагревают при перемешивании до $50-60^\circ\text{C}$, после чего в нее последовательно загружают азотнокислый аммоний, хлористый натрий, углекислый кальций и 50% кашалотового жира (остальное количество его вносится при выращивании в посевном аппарате для гашения пены). Роданистый бензил вносят в посевной аппарат. После внесения всех компонентов в смеситель добавляют воду до требуемого объема, учитывая объем конденсата пара, который образуется при стерилизации. Среду в смесителе нагревают до $90-95^\circ\text{C}$, затем проверяют ее объем и величину pH, которая должна быть $6,6-6,7$ (это достигается добавлением извести или раствора едкого натра). После этого производят стерилизацию при 125°C . При этой температуре среду выдерживают $20-25 \text{ мин}$, после чего она избыточным давлением $1,2-1,3 \text{ атм}$ вытесняется в посевной аппарат. Среду в нем выдерживают $10-15 \text{ мин}$ при $125-130^\circ\text{C}$, затем охлаждают ее до $27-28^\circ\text{C}$, после чего производят посев мицелиальной культуры из колб.

Процесс выращивания в посевном аппарате ведут при постоянной аэрации стерильным воздухом и перемешивании с поддержанием температуры 27-28°C. Продолжительность выращивания посевной культуры 30-36 ч. Готовый посевной материал используют для посева производственных ферментаторов.

Ферментация биомицина и витамина В₁₂ в производственных ферментаторах. Для приготовления питательной среды в специальный чанок набирают около 35-40% воды от количества, рассчитанного на приготовление питательной среды, и при перемешивании в нее вносят азотнокислый аммоний, хлористый натрий, хлористый кобальт, углекислый кальций и половину пеногасителя. Вторая половина пеногасителя и роданистый бензил вносятся в питательную среду в ферментатор. Внесенные составные части в чанке перемешивают с водой, нагревают смесь до 40-45°C и загружают отдельными порциями все количество муки. Содержимое чанка размешивают до получения равномерного замеса, а затем выкачивают его насосом в смеситель. В последний загружают также все количество барды. Среду в смесителе нагревают до 80-90° и проверяют величину рН, которая должна быть 6,6-6,7. Для достижения этой величины рН к среде добавляют необходимое количество извести или раствора едкого натра. Приготовленную среду стерилизуют в стерилизаторе при 125-130°C с последующей выдержкой в стерилизаторе в течение 10-15 мин. Стерилизованную среду охлаждают в теплообменнике до 27-28°C и направляют в ферментаторы. Посев в ферментаторы производят мицелиальной культурой из посевных аппаратов. Количество посевного материала должно составлять 10-12% к объему питательной среды.

Процесс ферментации производят при температуре 26-28°C, постоянной аэрации стерильным воздухом и давлении в ферментаторе 0,2-0,3 атм.

Длительность процесса выращивания составляет 36-42 ч. Через 30 ч быстро накапливается биомицин и повышается рН (7,0-7,2). Накопление биомицина при этом прекращается.

Отделение осадка и сушка препарата. По окончании процесса в культуральной жидкости до 10% образовавшегося биомицина и значительная часть (25-30%) витамина В₁₂ находятся в растворенном состоянии. Культуральную жидкость перекачивают в сборник, где подщелачивают раствором кальцинированной соды до рН 7,5-8,0. Находящийся в растворе биомицин выпадает в осадок. Осадок мицелия и взвешенные частицы отделяют от жидкости фильтрацией на фильтр-прессах. При длительной фильтрации наблюдается заметное падение активности

культуральной жидкости, что отражается на выходе готовой продукции. Для устранения потерь от инактивации при затяжной фильтрации рекомендуется добавлять пиросульфит натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ в качестве консерванта. Для ускорения фильтрации культуральную жидкость подогревают перед фильтрацией до $45\text{--}50^\circ\text{C}$. Полученный при фильтрации осадок представляет собой влажный биомицелиновый концентрат. Для длительного хранения его высушивают до влажности $8\text{--}10\%$.

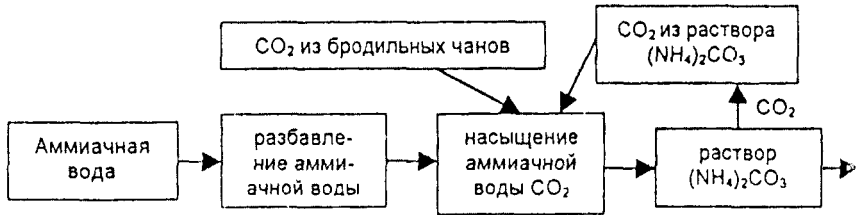
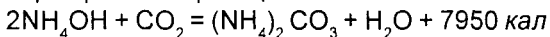


Рис. 5.50. Технологическая схема производства углекислого аммония

Производство углекислого аммония. Углекислый газ, выделяющийся при спиртовом брожении, можно использовать для производства углекислого аммония, который хорошо заменяет белок в рационе крупного рогатого скота. Углекислый аммоний получают при взаимодействии углекислого газа с аммиаком, применяемым в виде раствора (аммиачная вода). Для корма скота целесообразно готовить 40% -ный раствор углекислого аммония, так как его можно вводить непосредственно в корм; при применении же сухой соли ее необходимо предварительно измельчать и затем готовить раствор. Кроме того, на спиртовом заводе легче организовать производство раствора углекислого аммония, чем сухой соли.

Аммиачная вода с содержанием 25% аммиака поступает на спиртовой завод в железнодорожных цистернах и направляется в хранилище. Отсюда ее подают через сборник и дозатор в сатуратор. По пути в сатуратор аммиачная вода разбавляется водой до концентрации аммиака 17% . Углекислота из бродильных чанов подается компрессором, повышающим ее давление до $0,3\text{--}0,6$ *атм*, в сатуратор через барботер. В сатураторе протекает реакция



Время взаимодействия аммиака и углекислого газа должно составлять не менее 25 *мин*, температура реакционной смеси 40°C . Для отвода избыточного количества тепла сатуратор оборудован водяной рубашкой.

Раствор, содержащий 40% углекислого аммония, непрерывно отводят из сатуратора через декантатор, в котором раствор отделяется от газа, захваченного жидкостью. Выделившийся в декантаторе углекислый газ отводят обратно в сатуратор. Раствор углекислого аммония из декантатора поступает в сборник, а из него в хранилище готового продукта. Его можно размещать на открытом воздухе, так как раствор углекислого аммония имеет низкую температуру замерзания.

5.13. Производство этилового спирта из непищевого сырья

Производство спирта из картофеля, зерна, мелассы, сахарной свеклы требует расхода больших количеств этих ценных видов сырья. Замена такого сырья более дешевым является одним из источников экономии пищевых продуктов и снижения себестоимости спирта. Поэтому в последнее время значительно увеличилось производство технического этилового спирта из непищевого сырья: древесины, сульфитных щелоков и синтетическим путем из этиленсодержащих газов.

Производство спирта из древесины. Гидролизная промышленность выпускает из растительных отходов, содержащих целлюлозу, в частности из древесных отходов, ряд продуктов: этиловый спирт, кормовые дрожжи, глюкозу и др.

На гидролизных заводах целлюлозу гидролизуют минеральными кислотами до глюкозы, которая используется для сбраживания в спирт, выращивания дрожжей и выпуска в кристаллическом виде. Существуют гидролизные заводы различного профиля: гидролизно-спиртовые, гидролизно-дрожжевые, гидролизно-глюкозные. Гидролизная промышленность имеет большое народнохозяйственное значение; оно обусловлено тем, что из малоценных растительных отходов получают ценные продукты. В частности, из 1 т абсолютно сухой хвойной древесины получают 170–200 л этилового спирта, для выработки которого потребовалось бы 0,7 т зерна или 2 т картофеля.

Гидролизная промышленность комплексно перерабатывает древесину, в результате чего на гидролизно-спиртовых заводах получают, кроме этилового спирта, и другие ценные продукты: фурфурол, лигнин, жидкую углекислоту, кормовые дрожжи.

Сырье гидролизного производства. Сырьем гидролизного производства служит древесина в виде различных отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности: опилки, щепы, стружка и др. Влажность древесины колеблется от 40 до 60%. Опилки, перерабаты-

ваемые гидролизными заводами, обычно имеют влажность 40- 48%. В состав сухих веществ древесины входят целлюлоза, гемицеллюлозы, лигнин и органические кислоты.

Гемицеллюлозы древесины состоят из гексозанов: маннана, галактана и пентозанов: ксилана, арабана и их метилированных производных. Лигнин представляет собой сложное вещество ароматического ряда, химический состав и строение его еще не установлены.

Химический состав абсолютно сухой древесины приведен в табл 5.8.

Таблица 5.8

Химический состав абсолютно сухой древесины

Древесина	Состав, %				
	целлюлоза	другие гексозаны	пентозаны	лигнин	органические кислоты
Хвойная	42—50	10-12	8—10	28—31	4—5
Лиственная	28—48	—	22—35	20—25	10—12

Кроме древесины, в качестве сырья для гидролизной промышленности применяются и растительные отходы сельского хозяйства: подсолнечная лузга, кукурузная кочерыжка, хлопковая шелуха, солома зерновых злаков.

Химический состав растительных отходов сельского хозяйства представлен в табл. 5.9.

Таблица 5.9

Химический состав растительных отходов сельского хозяйства

Отход	Состав, %			
	целлюлоза	пентозан	лигнин	зола
Лузга подсолнечная	40—60	28—30	26—30	1,6—2,5
Кочерыжка кукурузная	33-36	32-40	26—36	1,6
Солома ржаная	48	21—27	20—21	2—3
Солома пшеничная	34	19—27	23—25	4,5—5,5
Шелуха хлопковая	35—53	19—27	24—32	2,5—4

Технологическая схема комплексной переработки древесины состоит из следующих стадий: гидролиз древесины, нейтрализация и очистка гидролизата; сбраживание гидролизного сусла, перегонка гидролизной бражки.

Измельченную древесину подвергают гидролизу разбавленной серной кислотой при нагревании под давлением. При гидролизе гемицеллюлозы и целлюлоза разлагаются. Гемицеллюлозы превращаются в гексозы: глюкозу, галактозу, маннозу и пентозы: ксилозу и арабинозу; целлюлоза – в глюкозу. Лигнин при гидролизе остается в виде нерастворимого остатка.

Гидролиз древесины осуществляют в гидролизном аппарате – стальном цилиндрическом сосуде. В результате гидролиза получают гидролизат, содержащий около 2-3% сбраживаемых моносахаридов и нерастворимый остаток – лигнин. Последний можно использовать непосредственно в производстве строительных плит, в кирпичном производстве, при помеле цемента, в качестве топлива; после соответствующей обработки лигнин может применяться в производстве пластмасс, резиновой промышленности и др.

Полученный гидролизат направляют в испаритель, где пар отделяется от жидкости. Выделяющийся пар конденсируют и используют для выделения из него фурфурола, скипидара и метилового спирта. Затем гидролизат охлаждают до 75–80°C, нейтрализуют в нейтрализаторе известковым молоком до pH 4-4,3 и добавляют питательные соли для дрожжей (сернокислый аммоний, суперфосфат). Полученный гидролизат отстаивают для освобождения от выпавшего осадка сернокислого кальция и других взвешенных частиц. Осевший осадок сернокислого кальция отделяют, сушат, обжигают и получают алебастр, используемый в строительной технике. Нейтрализат охлаждают до 30-32°C и направляют на брожение. Подготовленный таким образом к брожению гидролизат называется суслом. Брожение гидролизного сусла производят непрерывным способом в бродильных чанах. При этом дрожжи непрерывно циркулируют в системе; дрожжи отделяют от бражки на сепараторах. Выделяющийся при брожении углекислый газ используют для выпуска жидкой или твердой углекислоты. Зрелую бражку, содержащую 1,0-1,5% спирта, направляют для перегонки и ректификации на брагоректификационный аппарат и получают этиловый спирт, метиловый спирт и сивушное масло. Барда, полученная после перегонки, содержит пентозы и ее используют для выращивания кормовых дрожжей.

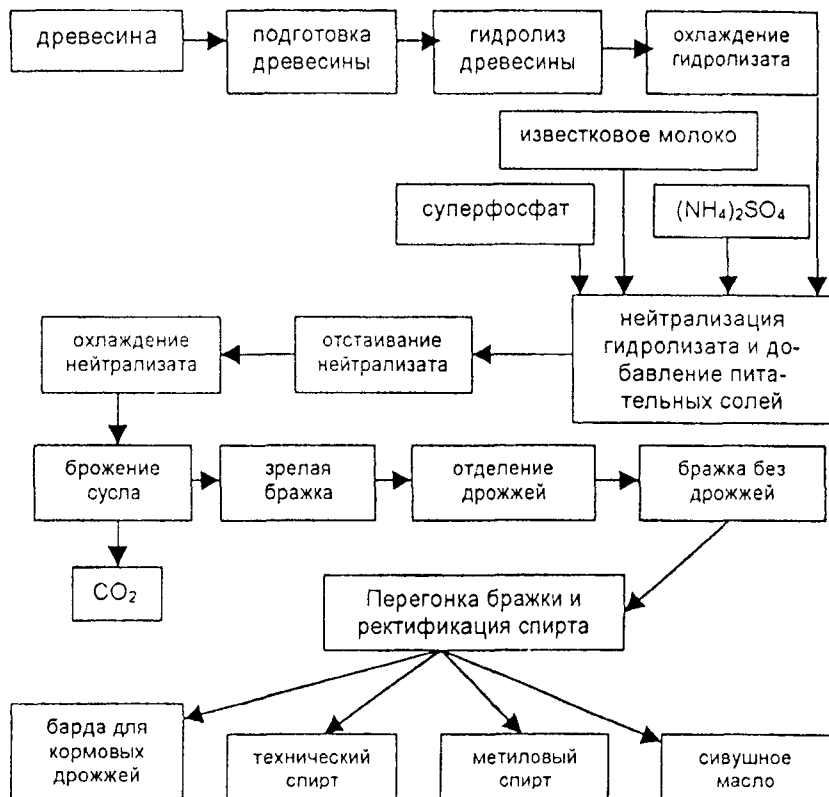


Рис. 5.51. Технологическая схема комплексной переработки древесины на гидролизно-спиртовых заводах.

При переработке по указанной схеме из 1 т абсолютно сухой хвойной древесины можно получить следующие количества товарных продуктов:

Спирта этилового, л	187
Жидкой углекислоты, кг	70
или твердой углекислоты, кг	40
Дрожжей кормовых, кг	40
Фурфурола, кг	9,4
Скипидара, кг	0,8
Термоизоляционных и строительных лигно-плит, м ²	75
Алебаstra строительного, кг ...	225
Сивушного масла, кг	0,3

Производство спирта из сульфитных щелоков. При производстве целлюлозы из древесины по сульфитному способу в качестве отхода получают сульфитный щелок – коричневую жидкость с запахом сернистого газа. Химический состав сульфитного щелока (%): вода – 90, сухие вещества – 10, в том числе производные лигнина – лигносульфонаты – 6, гексозы – 2, пентозы – 1, летучие кислоты, фурфурол и другие вещества – около 1. Длительное время сульфитные щелока спускали в реки, они загрязняли воду и уничтожали рыбу в водоемах. В настоящее время у нас имеется ряд заводов по комплексной переработке сульфитного щелока на этиловый спирт, кормовые дрожжи и сульфитно-бардяные концентраты. Производство спирта из сульфитных щелоков состоит из следующих стадий: подготовка сульфитного щелока к брожению, сбраживание сульфитнощелокового сусла, перегонка зрелой сульфитной бражки.

Подготовку сульфитного щелока к сбраживанию осуществляют по непрерывной схеме. Щелок продувают воздухом для удаления летучих кислот и фурфурола, задерживающих процесс брожения. Продутый щелок нейтрализуют известковым молоком и затем выдерживают для укрупнения выпавших кристаллов сернокислого и сернистокислого кальция; при этом добавляют питательные соли для дрожжей (сернокислый аммоний и суперфосфат). Затем щелок отстаивают. Осевший осадок – шлам – спускают в канализацию, а осветленный щелок охлаждают до 30-32°C. Подготовленный таким образом щелок называется суслом. Сусло направляют в бродильное отделение и сбраживают так же, как гидролизаты древесины, или применяют метод с подвижной насадкой. Подвижной насадкой называются волокна целлюлозы, остающиеся в щелоке. Метод брожения с подвижной насадкой основан на свойстве некоторых рас дрожжей сорбироваться на поверхности целлюлозных волокон и образовывать хлопья волокнисто-дрожжевой массы, которая в зрелой бражке быстро и полно оседает на дно чана. Брожение проводят в бродильной батарее, которая состоит из головного и хвостового чанов. В бродящем сусле волокна целлюлозы с сорбированными дрожжами находятся в непрерывном движении под влиянием выделяющегося углекислого газа. Отбродившая бражка поступает из головного чана в хвостовой, где заканчивается процесс брожения, и волокна с дрожжами оседают на дно. Осевшую дрожжеволокнистую массу насосом возвращают в головной чан, куда одновременно подают сусло, а зрелую бражку, содержащую 0,5-1% спирта, направляют в брагоректификационный аппарат и получают этиловый спирт, метиловый спирт и сивушное масло. Полученная после перегонки барда содержит пентозы

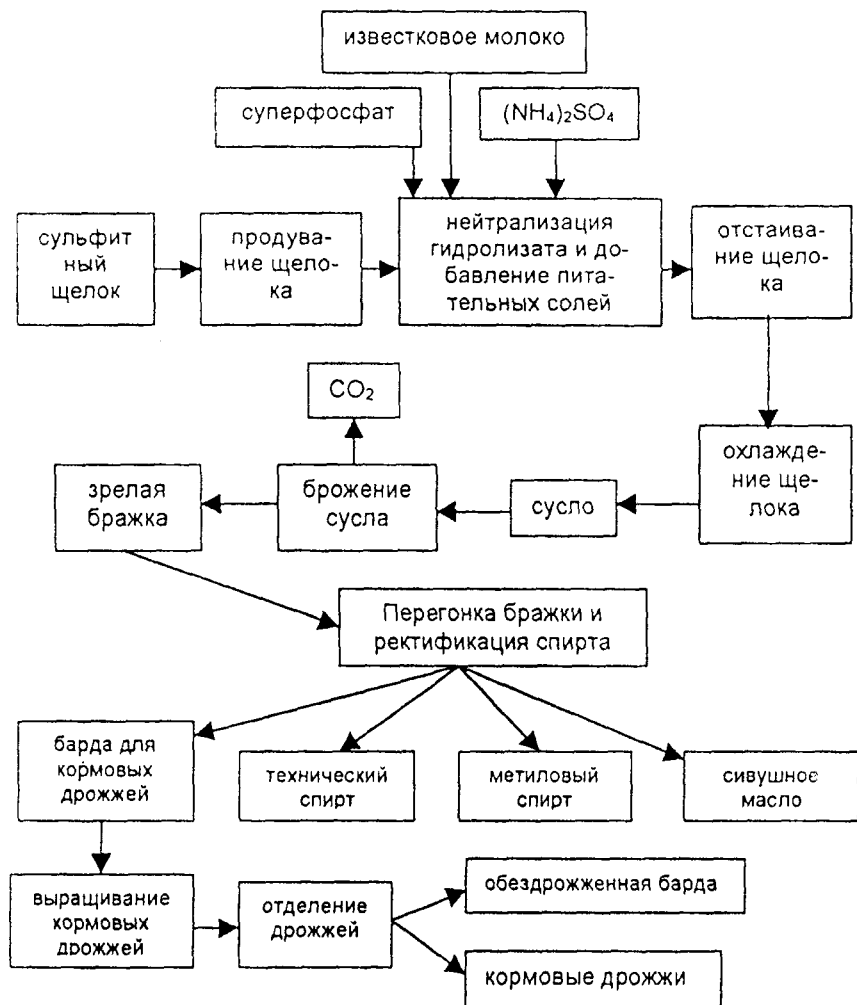


Рис. 5.52. Технологическая схема переработки сульфитных щелоков на спирт.

и служит питательной средой для выращивания кормовых дрожжей, которые затем отделяют, высушивают и выпускают в виде сухих дрожжей. Барду после отделения дрожжей, содержащую лигносульфонаты, упаривают до содержания сухих веществ 50-80%. Полученный продукт называется сульфитно-бардяным концентратом и применяется в производстве пластических масс, строительных материалов, синтетических дубителей для получения кожи, в литейном производстве и дорожном строительстве.

Из сульфитно-бардяных концентратов можно получить ценное ароматическое вещество – ванилин.

Технологическая схема комплексной переработки сульфитных щелоков на этиловый спирт, кормовые дрожжи и сульфитно-бардяные концентраты показана на рис. 5.52.

При переработке сульфитных щелоков получают в пересчете на 1 т еловой древесины:

Спирта этилового, л	30-50
Спирта метилового, л	1
Жидкой углекислоты, л	19-25
Сухих кормовых дрожжей, кг	15
Сульфитно-бардяных концентратов влажностью 20%, кг	475

5.13.1. Производство спирта синтетическим методом

Все рассмотренные способы получения этилового спирта являются аналитическими, так как они основаны на разложении более сложных веществ, т. е. на спиртовом брожении гексоз. В настоящее время широко используют и синтетический способ получения этилового спирта, исходя из более простых веществ, например этилена C_2H_4 .

В 1872 г. А.М. Бутлеров совместно с В. Горяиновым впервые получили синтетический этиловый спирт, поглощая этилен серной кислотой, а затем действуя на образовавшееся соединение водой.

Сырьем для производства синтетического этилового спирта служат газы нефтеперерабатывающих заводов, которые содержат этилен. Кроме того, можно использовать и другие этиленсодержащие газы: коксовый газ, получаемый при коксовании угля, и попутные нефтяные газы.

В настоящее время синтетический этиловый спирт получают двумя способами: сернокислотной гидратацией и прямой гидратацией этилена.

Сернокислая гидратация этилена. Производство этилового спирта этим способом состоит из следующих процессов: взаимодействия этилена с серной кислотой, при котором образуются этилсерная кислота и диэтилсульфат; гидролиз полученных продуктов с образованием спирта; отделение спирта от серной кислоты и очистка его.

Сырьем для сернокислотной гидратации служат газы, содержащие 47-50% вес. этилена, а также газы с меньшим содержанием этилена. Процесс осуществляется по схеме, приведенной ниже.

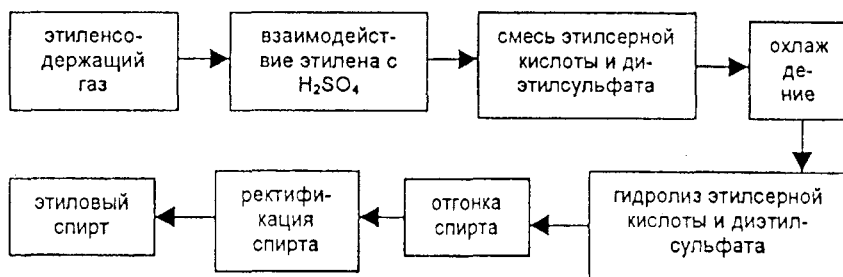
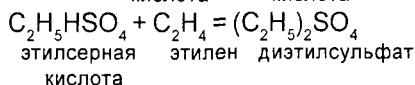
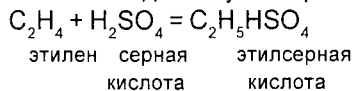
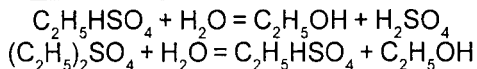


Рис. 5.53. Технологическая схема получения синтетического спирта способом сернокислотной гидратации.

Этилен взаимодействует с серной кислотой в реакционной колонне, представляющей собой вертикальный цилиндр. Внутри колонны находятся колпачковые тарелки с переливными стаканами. В нижнюю часть колонны компрессором подают этиленосодержащий газ, сверху в колонну подводят для орошения 97-98%-ная серная кислота. Газ, поднимаясь вверх, на каждой тарелке барботирует через слой жидкости. Этилен с серной кислотой взаимодействует по реакциям:



Из реакционной колонны непрерывно вытекает смесь этилсерной кислоты, диэтилсульфата и непрореагировавшей серной кислоты. Эту смесь охлаждают в холодильнике до 50°C и направляют на гидролиз, при котором протекают такие реакции:



Моноэтилсульфат, полученный в результате второй реакции, подвергают дальнейшему разложению с образованием еще одной молекулы спирта.

Прямая гидратация этилена. Технологическая схема производства этилового спирта способом прямой гидратации этилена представлена ниже.

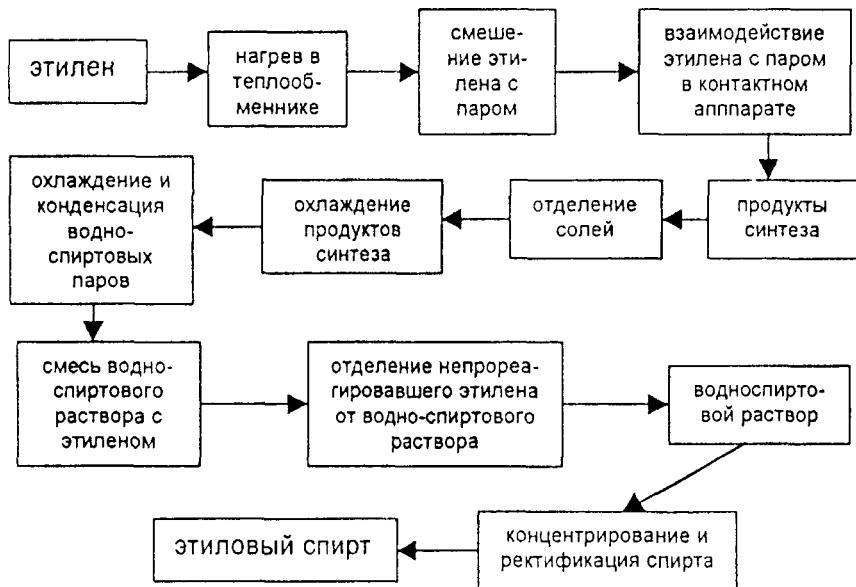


Рис. 5.54. Технологическая схема прямой гидратации этилена при производстве этилового спирта.

Сырьем для способа прямой гидратации служит газ с высоким содержанием этилена (94-96%). Этилен сжимают компрессором до 8-9 КПа. Сжатый этилен смешивают с водяным паром в определенных соотношениях. Взаимодействие этилена с водяным паром производят в контактном аппарате – гидрататоре, представляющим собой вертикальную стальную полую цилиндрическую колонну, в которой находится катализатор (фосфорная кислота, нанесенная на алюмосиликат).

Смесь этилена и водяного пара при 280-300°С под давлением около 8,0 КПа подают в гидрататор, в котором поддерживают такие же

параметры. При взаимодействии этилена с водяным паром, кроме основной реакции образования этилового спирта, протекают побочные реакции, в результате которых получают диэтиловый эфир, уксусный альдегид и продукты полимеризации этилена. Продукты синтеза уносят из гидрататора небольшое количество фосфорной кислоты, которая может в дальнейшем оказывать коррозионное действие на аппаратуру и трубопроводы. Чтобы избежать этого, кислоту, содержащуюся в продуктах синтеза, нейтрализуют щелочью. Продукты синтеза после нейтрализации пропускают через солеотделитель, а затем охлаждают в теплообменнике и производят конденсацию водно-спиртовых паров. Получают смесь водно-спиртовой жидкости и непрореагировавшего этилена. Непрореагировавший этилен отделяют от жидкости в сепараторе. Он представляет собой вертикальный цилиндр, в котором установлены перегородки, резко изменяющие скорость и направление газового потока. Этилен из сепаратора отводят во всасывающую линию циркуляционного компрессора и направляют на смешение со свежим этиленом. Водно-спиртовой раствор, вытекающий из сепаратора, содержит 18,5–19% об. спирта. Его концентрируют в отпарной колонне и в виде паров направляют для очистки в ректификационную колонну. Спирт получают крепостью 90,5% об. На заводах синтетического спирта применяется способ прямой гидратации этилена.

Производство синтетического спирта, независимо от способа его получения, значительно более эффективно, чем производство спирта из пищевого сырья. Для получения 1 т этилового спирта из картофеля или зерна необходимо затратить 160-200 чел-дней, из газов нефтепереработки только 10 чел-дней. Себестоимость синтетического спирта примерно в четыре раза меньше себестоимости спирта из пищевого сырья.

Литература

1. Иванов А.И. Оборудование спиртового производства. М.: Пищевая промышленность, 1972. – 216 с.
2. Климовский Д.Н., Смирнов В.А., Стабников В.Н. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – С. 278-300.
3. Слонимер Б.М. Монтаж предприятий пищевой промышленности. Краткое справочное пособие. – М.: Машгиз, 1960. – С. 275-278.
4. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология бродильных производств. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 93 -112.
5. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Технология спиртового и ликероводочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – С. 6 -218.
6. Халаим А.Ф. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – С. 107-113.

6. ПРОИЗВОДСТВО ПИВА

Пиво – старинный народный напиток, содержащий небольшое количество алкоголя и обладающий характерным хмелевым ароматом. Вследствие насыщения углекислотой пиво хорошо утоляет жажду. В пиве содержится много ценных питательных веществ и витаминов.

Все сорта пива содержат от 1,8 до 7,0% об. спирта и от 0,3 до 0,5% углекислоты.

Экстрактивные несброженные вещества пива состоят из сахаров, белков, аминокислот и других органических веществ, минеральных солей и небольшого количества витаминов. Они придают пиву полноту вкуса.

Сырьем для приготовления пива служат: сухой ячменный солод и несоложенные материалы (ячменная мука, обезжиренная кукурузная мука и рисовая сечка), добавляемые при производстве некоторых сортов пива; хмель, вода. Применяют также сахар, глюкозу и другие сахаросодержащие продукты. Количество несоложенного сырья и сахаросодержащих продуктов может составлять до 50% от массы зерноприпасов, идущих на приготовление затора.

Своеобразное сочетание в пиве хмелевой горечи, специфического аромата и насыщенности растворенной углекислоты при небольшом содержании алкоголя обуславливает широкое распространение этого напитка и его популярность.

Технологическая схема производства пива из солода (рис.6.1) состоит из нескольких этапов: приготовление охмеленного пивного сусла; сбраживание его специальными расами дрожжей; длительная выдержка зеленого пива при низких плюсовых температурах для осветления и созревания; фильтрация и розлив готового пива; пастеризация пива.

Все эти процессы очень сложны, взаимосвязаны и нарушение технологических режимов на любой стадии неизбежно отражается на качестве готового пива.

На первом этапе приготовления пивного охмеленного сусла важно наилучшим образом использовать экстрактивные вещества солода, добиться максимального перевода их в раствор – главным образом крахмала, значительной части белков и продуктов их распада, являющихся основой для создания готового пива.

Последующие этапы производства пива также играют большую роль в его производстве. Это сбраживание охмеленного сусла, осветление его, стадии фильтрации и розлива.

6.1. Приготовление пивного сусла

Процесс приготовления пивного сусла состоит из очистки и дробления ячменного солода, приготовления затора, фильтрации затора и кипячения сусла с хмелем.

6.1.1. Очистка и дробление солода

Готовый солод хранится длительное время. При хранении и транспортировке солод может загрязняться различными примесями (пыль, песок, металлические предметы), на его поверхности могут быть остатки ростков, приставшие кусочки мякоти и др. Эти примеси снижают выход экстракта, ухудшают качество пива, а металлические частицы могут повредить вальцы солододробилки. Солод очищают на полировочной машине и магнитном аппарате.

Полировочная машина состоит из вибрирующих сит, щеточного барабана, волнистой деки и центробежного вентилятора. На ситах задерживаются примеси солода, а при помощи щеточного барабана и волнистой деки очищается и полируется поверхность солода. При выходе из полировочной машины солод попадает в струю воздуха, создаваемую вентилятором, и освобождается от остатков пыли. После полировки солод приобретает чистый вкус, хороший внешний вид, его натура несколько повышается, а выход экстракта в варочном цехе увеличивается. Количество отходов при очистке на полировочной машине составляет 0,1-1% и зависит от степени загрязнения солода и работы машины. Перед дроблением солод очищают от случайных механических примесей, которые могут вызвать порчу вальцов, искрение, взрыв и загорание пыли.

Дробление солода. Солод дробят с целью улучшения растворения и ферментативного разложения содержимого в нем в процессе затирания. Качество дробления влияет на технологический процесс приготовления сусла и выход экстракта. При очень тонком дроблении частицы солода доступны ферментативному воздействию, процесс разложения белков и крахмала происходит быстрее. Однако мелкие частицы помола, обладая большой поглотительной способностью, удерживают много экстракта, а дробина в фильтрационном чане слеживается плотным слоем. Это затрудняет и замедляет процесс фильтрации затора и выщелачивания дробины, приводит к повышенному расходу воды. Следовательно, при фильтрации затора в фильтрационном чане очень тонкий помол может снизить производительность варочного цеха и увеличить потери экстракта с дробинной.

При фильтрации затора на фильтр-прессе эти факторы не влияют на ее скорость, так как последняя производится под давлением.

При крупном помоле затор фильтруется хорошо, но увеличиваются потери экстракта из-за плохого доступа ферментов к веществам, находящимся внутри частиц помола. Поэтому дробление нужно регулировать так, чтобы оболочка, которая служит фильтрующим материалом при фильтровании затора в фильтрационном чане, не сильно измельчалась, а мучнистое тело дробилось в муку и крупку. Средний помол (%): шелуха – 20, грубая и мелкая крупка – 50-55, мука 25-30.

При работе с фильтр-прессом содержание муки в дробленном солоде можно повысить до 45%. Дробление солода производится на вальцовых дробилках (двух-, трех-, четырех- и шестивальцовых).

Приготовление затора. Приготовление затора – это не только смешивание дробленного солода с водой, но и разложение составных частей солода при помощи ферментов.

Процесс приготовления затора обеспечивает: 1) разложение составных частей солода при помощи ферментов и перевод их в более простые растворимые (экстрактивные) вещества; 2) разложение при помощи ферментов составных частей несоложенных материалов, которые добавляют к солоду при приготовлении некоторых сортов пива; 3) получение максимального выхода экстракта из сухого солода и несоложенных материалов; 4) определенный состав экстракта, необходимый для получения различных сортов пива. На стадии затириания ферментативный гидролиз протекает значительно быстрее, чем при выращивании солода. Основные ферментативные процессы при затириании и осахаривании: ферментативный гидролиз крахмала и ферментативный гидролиз белков.

Кроме ферментативных, при затириании протекают и неферментативные процессы, которые также влияют на качество и состав сусла.

Ферментативный гидролиз крахмала. Ферментативный гидролиз крахмала – процесс сложный. Он происходит под действием амилолитических ферментов, которые могут действовать на клейстеризованный и неклеястеризованный крахмал. Последний осахаривается очень медленно. Температура клейстеризации ячменного крахмала 60-80°С. Образовавшийся крахмальный клейстер под действием амилаз вначале превращается в растворимый крахмал, а затем в мальтозу и декстрины (амилодекстрины, эритродекстрины, ахроодекстрины, мальтодекстрины). Под действием амилазы амило- и эритродекстрины расщепляются и в заторе остаются ахроо- и мальтодекстрины. Присутствие в сусле этих декстринов придает пиву вкус и вязкость. Дрожжами

Рис. 6.1. Аппаратурно-технологическая схема производства пива:

1 – приемный бункер; 2 – нория для солода; 3 – весы автоматические; 4 – шнек для солода; 5 – полировочная машина; 6 – бункер дробленого солода; 7 – нория для полированного солода; 8 – магнитная течка; 9 – дробилка для солода; 10 – сборник для смешивания солода с водой; 11 – насос для заторной массы; 12 – заторные котлы; 13 – насосные котлы; 14 – фильтрационный чан; 15 – насос для мутного сусле; 16 – сушеварочный котел; 17 – насос для дробины; 18 – сборник промывной воды; 19 – хмелецедильник; 20 – насос для горячего сусле; 21 – сборник горячего сусле; 22 – сепаратор для горячего сусле; 23 – пластинчатый охладитель для горячего сусле; 24 – ванна для мытья частей сепаратора; 25 – стерилизатор сусле для чистой культуры дрожжей; 26, 27 – бродильные аппараты; 28 – танк (чан) для размочения чистой культуры дрожжей; 29, 30 – бродильные танки (чань) (одно- и двухзаторные); 31 – насос для перекачки зеленого пива; 32 – можно вакуум-сборник для рабочих дрожжей; 33 – вакуум-насосы; 34 – бак для охлаждения пива; 35 – можно вакуум-сборник для утильдрожжей; 36 – фильтр-пресс для утильдрожжей; 37 – танк для смарочного пива; 38, 39 – лагерные танки (малый и большой); 40 – смесительный фonerь; 41 – насос Друкреггер; 42 – сепаратор для пива; 43 – охладитель для пива; 44 – карбонизатор; 45 – сборники фильтрованного пива; 46 – бутылкокопачная машина; 47 – экран бракеражный; 48 – разлилочный автомат; 49 – укупорочный автомат; 50 – бракеражный автомат; 51 – этикетировочный автомат; 52 – можно для смарочного пива; 53 – сборник для жидких дрожжей; 54 – насос для щелочи и антиформина; 55 – бак для концентрированной щелочи; 56 – сборник для антиформина; 57 – сборник для щелочи; 58 – фильтр для щелочи; 59 – шприц для ополаскивания бочек; 60 – бочкокопачный автомат; 61 – изобарический аппарат; 62 – пневмодъемник полиспастный; 63 – транспортер для стеклобоя; 64-71 – транспортеры пластинчатые; 72 – механизм для переворачивания ящиков; 73 – транспортер целной; 74 – разгрузчик; 75 – шлюзовый затвор.

декстрины не сбраживаются. Мальтоза легко и быстро сбраживается дрожжами. В результате осахаривания крахмала в заторе образуется сбраживаемый углевод – мальтоза и несбраживаемые углеводы – декстрины. Соотношение сбраживаемых и несбраживаемых углеводов (отношение сахара к несахару) является одним из показателей качества сусле. Это соотношение должно быть определенным для каждого сорта пива. Отношение сахара к несахару в сусле колеблется в таких пределах: для жигулевского пива $1 : 0,33 - 1 : 0,43$; для рижского и московского пива $1 : 0,22 - 1 : 0,33$; для темных сортов пива $1 : 0,43 - 1 : 0,54$. Скорость ферментативного гидролиза крахмала и соотношение продуктов гидролиза зависит от температуры, кислотности и концентрации затора.

Оптимальная температурная зона для β -амилазы солода $45-51^{\circ}\text{C}$, а для α -амилазы $51-60^{\circ}\text{C}$. Если осахаривание вести при оптимальной температуре, то в заторе образуется большее количество мальтозы, с повышением температуры количество образующегося сахара уменьшается, а количество несакара увеличивается.

Оптимальная pH для солодовой амилазы лежит около $4,7-5,1$. Некоторые вещества, содержащиеся в заторе (пептоны, соли кальция, клейстеризованный крахмал), оказывают защитное влияние на амилазу, поэтому оптимальная зона ее действия может сдвигаться. Например, оптимальная зона pH для α - и β -амилазы сдвигается с $4,7-5,1$ до $5,5-5,8$.

С повышением концентрации затора увеличивается его вязкость, затрудняются процессы диффузии между ферментами и молекулами крахмала, затрудняется и замедляется гидролиз крахмала. Поэтому при затирации соблюдают необходимое соотношение солода и воды.

Процесс осахаривания контролируется йодной пробой. Если капля затора после смешивания с каплей йода не дает синего или красно-бурого окрашивания, осахаривание считается законченным.

Ферментативный гидролиз белков. Вторым важным биохимическим процессом при затирации является гидролиз белковых веществ. Разлагаются белки под действием протеолитических ферментов. При этом образуются растворимые белки, пептиды и аминокислоты.

Продукты распада белков играют большую роль в пивоваренном производстве. Они влияют на цвет и вкус пива, способствуют лучшему образованию пены и ее стойкости. Простейшие продукты распада – аминокислоты – нужны для питания дрожжей.

Оптимальная температура для накопления в сусле общего азота 50–52°C, а для азота аминокислот 45–50°C. Поэтому распад белков для солода хорошего и среднего качества проводят при 50–52°C. Выдержку затора для расщепления белков называют белковой паузой. Длительность белковой паузы зависит от степени растворения солода и обычно продолжается 10–30 мин.

Для протеолитических ферментов оптимальное значение pH 5–5,2. Пивоваренный солод имеет небольшую естественную кислотность, которая позволяет получить заторы с pH 5,8–6,0. Чтобы создать более благоприятные условия для разложения белков и для других ферментативных процессов, затор иногда подкисляют молочной кислотой.

На качество пива, особенно на пенообразование и пеностойкость, влияет соотношение продуктов распада белков. Это соотношение регулируется температурой и длительностью белковой паузы. Кроме продуктов распада крахмала и белков, при затирации переходят в раствор пентозаны, гуммиобразные вещества солода, красящие вещества, которые большой роли в пивоварении не играют, но влияют на вкус и пеностойкость пива. При кипячении части затора (отварки) образуются меланоидины и карамели, в результате чего усиливается окраска сусла.

Влияние состава воды на ферментативные процессы при затирации. Химический состав воды значительно влияет на ферментативные процессы при затирации. Особенно большое действие оказывают карбонаты и бикарбонаты воды. При оценке качества воды,

идущей на затирание, учитывают не общее количество солей, обуславливающих жесткость, а только то количество карбонатов, которое осталось после компенсирующего действия сульфатов и других солей сильных кислот. Эти карбонаты обуславливают так называемую остаточную щелочность воды. По остаточной щелочности и судят о пригодности воды для того или иного сорта пива. Если остаточная щелочность положительна, то это значит, что вода снижает кислотность затора, а если отрицательна, то вода повышает кислотность затора. При остаточной щелочности 5° умягчение воды не производят, при более высокой остаточной щелочности воду исправляют. Наиболее распространенные способы умягчения воды на пивоваренных заводах: кипячение, прибавление извести, прибавление гипса, подкисление молочной кислотой, катионирование. Кипячением устраняется временная жесткость. Химическая обработка воды позволяет устранить постоянную жесткость.

Способы затирания. Затиранием называется процесс смешивания дробленного солода с водой. Полученная при этом смесь называется затором. Количество одновременно затираемых зерноприпасов называется засыпью. Количество воды необходимое для затирания, называется главным наливом. Кроме затирания, вода также расходуется для промывания дробины. Количество воды на главный налив составляет примерно $\frac{1}{3}$, а количество воды на выщелачивание дробины – $\frac{2}{3}$ от общего объема воды, расходуемого на приготовление сусла. Обычно на главный налив расходуется трех- или четырехкратное количество воды от массы затираемых зерноприпасов.

Суслом называется жидкость, полученная после фильтрации и промывания дробины. Сусло, полученное после фильтрации затора, называется суслом первым. После промывания дробины получают промывные воды, которые смешиваются с первым суслом в сусловарочном котле.

Основными аппаратами для приготовления затора служат заторный чан и заторный котел (рис. 6.2), они представляют собой цилиндрический аппарат со сферическим или плоским дном и сферической крышкой. Котел отличается отсутствием предзаторника. Внутри чана размещена мешалка для размешивания массы во время затирания и при перекачках. На крышке чана укреплен предзаторник, в котором поступающий на затирание солод предварительно смешивается с водой. В центре крышки чана находится вытяжная труба для отвода паров.

Сусловарочный котел (рис. 6.3) используется для кипячения сусла с хмелем и представляет собой цилиндрический аппарат со

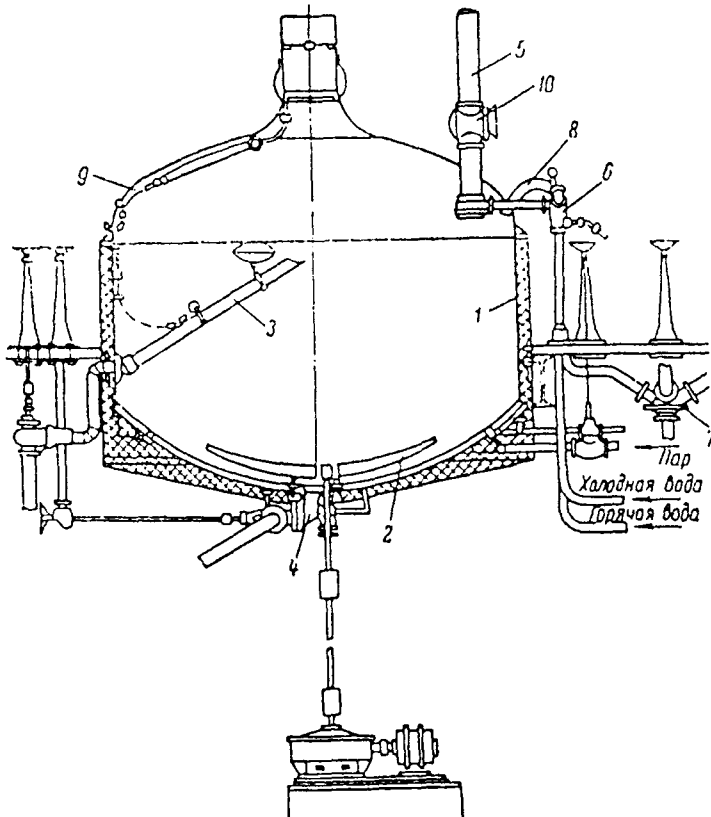


Рис. 6.2. Заторный котел (чан):

1 – котел; 2 – пропеллерная мешалка; 3 – стяжная труба; 4 – отверстие для спуска затора или отварок; 5 – вертикальная труба для солода; 6 – смеситель; 7 – распределительный кран; 8 – труба для возврата отварок в котел; 9 – смотровой люк; 10 – предзаторник.

сферическим двойным дном, образующим паровую рубашку. Внутри котла находится мешалка для размешивания затора. В центре крышки расположена вытяжная труба с кольцевым желобком для отвода конденсата. Снаружи стенки и днище котла имеют тепловую изоляцию. В сушловарочном котле сусло должно кипеть и выпариваться с такой интенсивностью, чтобы за 1 ч выпаривалось 8-12% общего объема. Для этой цели котлы имеют большую поверхность нагрева и испарения и часто снабжаются специальными трубчатыми нагревателями-перколяторами.

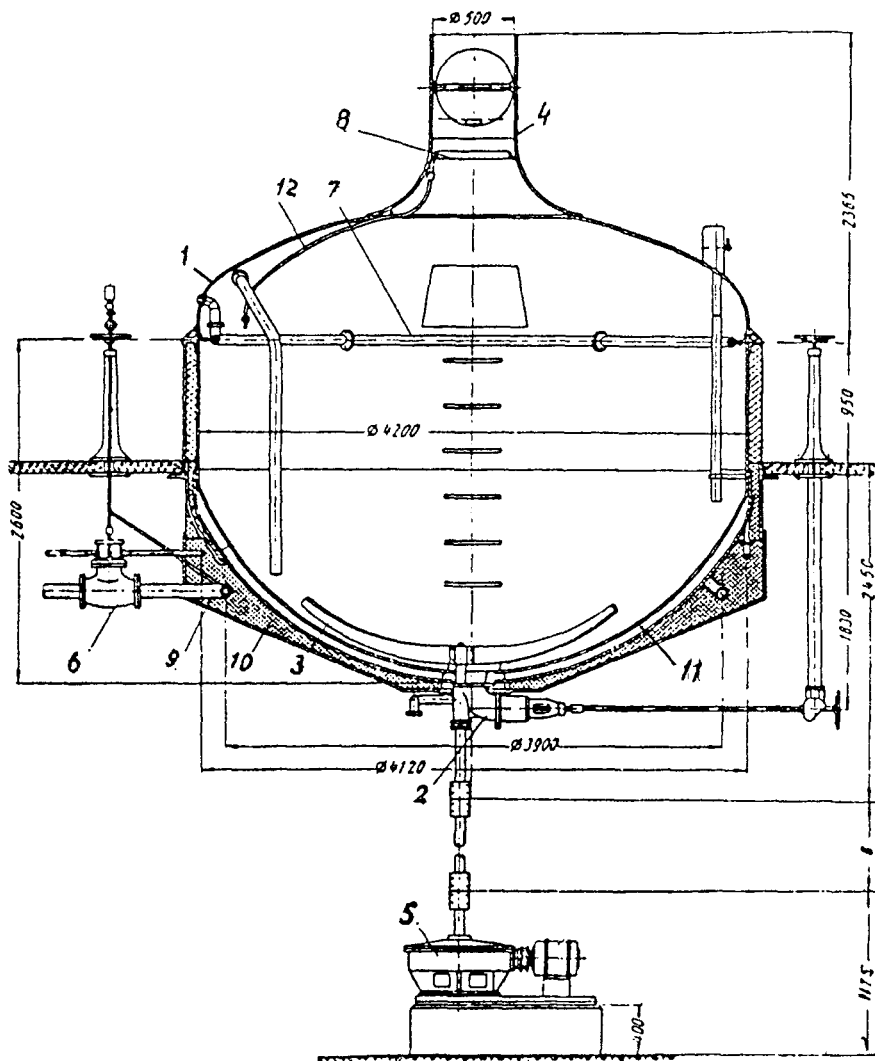


Рис.6.3. Сусловарочный котел:

1 – корпус; 2 – вентиль спуска сусла; 3 – мешалка; 4 – труба вытяжная; 5 – привод мешалки; 6 – вентиль пара; 7 – труба промывки; 8 – кольцевой желоб; 9 – кольцевой паропровод; 10 – изоляция; 11 – рубашка паровая; 12 – труба конденсатная.

В состав оборудования варочного отделения входит *фильтрационный чан*, который служит для фильтрации затора, т.е. отделения дробины от солодового сусла (рис. 6.4). Фильтрованное сусло отводится от чана по сусловым трубам в фильтрационную батарею, снабженную приемником для сусла. На каждой сусловой трубе установлен кран с сифоном для регулирования скорости оттока сусла.

Приемник для сусла также соединен трубой с сусловарочным котлом, куда спускается отфильтрованное сусло, и с насосом для возврата мутного сусла в фильтрационный чан. Фильтрационный чан оборудован люками для удаления дробины, промывным аппаратом для выщелачивания дробины, который используется также и для выгрузки дробины из чана.

Способы приготовления затора делятся на настойные и отварные. Настойный способ заключается в том, что солод затирают с водой при определенной температуре, а затем температуру медленно поднимают до полного осахаривания крахмала. При этом способе затираание солода с водой производят при 45-50°С. При этой температуре затор выдерживают 2 ч для гидролиза белков. Затем затор нагревают до 62-63°С и выдерживают 30-45 мин для накопления мальтозы.

После этого температуру повышают до 70°С, и при этой температуре оставляют затор до полного осахаривания, которое продолжается 20-30 мин. Полноту осахаривания проверяют йодной пробой. Осахаренный затор нагревают до 75°С и при этой температуре перекачивают в фильтрационный чан.

Отварочные способы состоят в том, что после смешивания солода с водой затор по частям отбирают в заторный котел, где его подогревают, осахаривают, кипятят, а затем смешивают с остальным затором. После смешивания с каждой отваркой температура затора скачкообразно повышается.

В зависимости от количества отварок отличают одноотварочный, двухотварочный и трехотварочный способы затираания.

Трехотварочный способ затираания. Затираание начинают при 35-37°С. После смешивания дробленого солода с водой отбирают в заторный котел $\frac{1}{3}$ часть затора (густую часть). Отварку медленно нагревают до температуры осахаривания, осахаривают 15 мин, нагревают до кипения, кипятят и возвращают в заторный чан. При этом температура в заторном чане поднимается до 63-65°С. После кипячения первой отварки ее перекачивают в заторный чан, где температура всего затора поднимается до 50-52°С. Затем из заторного чана снова отбирают $\frac{1}{3}$ часть (густую) затора на вторую отварку. Отварку медленно нагревают

до температуры осахаривания, осахаривают 15 мин, нагревают до кипения, кипятят и возвращают в заторный чан. При этом температура в заторном чане поднимается до 63-65°C.

Третья отварка – жидкая, так как требуется не только поднять температуру затора, но и разрушить ферменты. В заторе ферментативный распад в основном закончен, необходимо закрепить полученное соотношение между отдельными частями затора, а для этого ферменты нужно инактивировать. Жидкую отварку в заторном котле быстро доводят до кипения, кипятят 10-20 мин и перекачивают в заторный чан. Темпера-

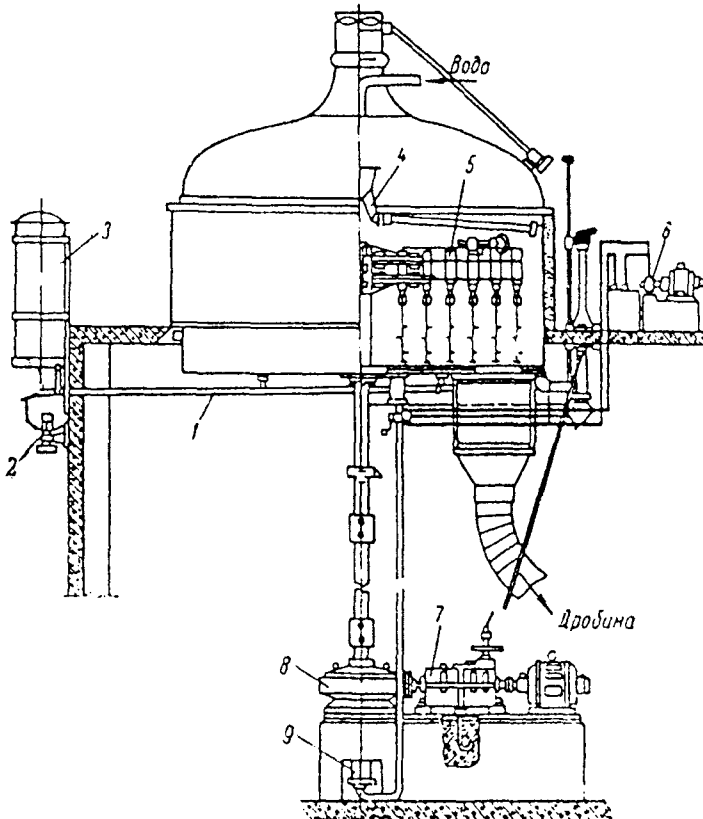


Рис. 6.4. Фильтрационный чан:

1 – фильтрационные трубы; 2 – фильтрационные краны; 3 – регулятор разности давления; 4 – сегнерово колесо; 5 – разрыхлитель; 6 – насос гидравлического подъемника; 7 – коробка скоростей; 8 – редуктор; 9 – цилиндр гидроподъемника.

тура при этом поднимется до 75°C, и весь затор перекачивают на фильтрацию. Трехотварочный способ применяется в основном для приготовления темного пива и при переработке плохо растворенного солода.

Двухотварочный способ затирания. В заторном чане смешивают дробленый солод с водой, имеющей температуру 54-55°C. После этого весь затор оставляют при 50°C на 15-30 мин для разложения белков. Затем $\frac{1}{3}$ затора (густую часть) отбирают в заторный котел, где подогревают до 63-67°C и производят мальтозную паузу. После мальтозной выдержки температуру в заторном котле поднимают до 100°C, кипятят отварку 15-30 мин и перекачивают обратно в заторный чан. После смешивания с отваркой температура в заторном чане поднимается до 63-65°C. Затор оставляют на 15 мин для осахаривания, после чего отбирают снова $\frac{1}{3}$ его в заторный котел (вторая отварка). Температуру в заторном котле поднимают до 70°C. При этой температуре осахаривают вторую отварку (20 мин), затем быстро нагревают до кипения, кипятят 15-20 мин и обратно перекачивают в заторный чан. Температура всего затора поднимается до 75°C. При этой температуре затор осахаривают 15-20 мин и после проверки полноты осахаривания перекачивают на фильтрацию.

Двухотварочный способ затирания является более рациональным. Он имеет много вариантов и может применяться при переработке солода различного качества.

Продолжительность процесса составляет примерно 4,5 ч, в том числе работа мешалки заторного чана – 1,5 ч, а заторного котла – 2 ч.

Одноотварочный способ затирания. Для затирания берут воду при 53-54°C с таким расчетом, чтобы после добавления солода температура затора была 48-50°C. В заторный чан набирают примерно половину воды, предназначенной на главный налив, пускают мешалку и спускают из бункера дробленый солод. Последний должен поступать в заторный чан через предзаторник или через трубу, доходящую почти до дна чана. Одновременно добавляют остальную часть воды. После тщательного перемешивания солода с водой $\frac{1}{3}$ часть затора (густую часть) спускают в заторный котел на отварку. Чтобы усилить белковый распад, весь затор выдерживают в заторном чане при 50°C 15-30 мин (белковая выдержка) и только после этого спускают отварку в заторный котел. В заторном котле температуру постепенно повышают до 70°C, отварку осахаривают, затем подогревают до кипения, кипятят 20-30 мин и перекачивают в заторный чан, где смешивают с основным затором. После смешивания с отваркой температура в заторном чане поднимается до 70°C. При этой температуре затор осахаривают и проверяют пол-

ноту осахаривания йодной пробой. Если заторный чан имеет обогрев, тогда весь затор подогревают до 75°C и при этой температуре перекачивают на фильтрацию. Если же заторный чан обогрева не имеет, тогда в заторный котел отбирают большую часть затора, нагревают ее до кипения и возвращают в заторный чан для поднятия температуры до 75°C. Если заторный котел может вместить всю массу, тогда затор спускают в котел, нагревают до 75-77°C и перекачивают на фильтрацию.

Одноотварочный способ затирания дает положительные результаты при работе с хорошо растворенным солодом, который имеет также высокую осахаривающую способность. Этот способ чаще всего применяется на заводах, где установлен двухпосудный варочный агрегат.

Применение несоложенных материалов при затирании.

При приготовлении некоторых сортов пива часть солода заменяют несоложенными материалами. Так, при варке жигулевского пива до 15% солода заменяют ячменной мукой или обезжиренной кукурузной мукой. При изготовлении московского пива применяется рисовая сечка в количестве 20% от расходуемых зерноприпасов, при варке ленинградского пива 10% солода заменяют рисовой сечкой. Перерабатывать несоложенные материалы значительно труднее, чем солод, так как они почти не содержат ферментов, а мучнистое тело не растворено. Поэтому их предварительно обрабатывают ферментами солода с последующим кипячением и только после этого смешивают с затором, приготовленным из солода.

В заторном котле затирают все несоложенное сырье среднего помола и 25% солода с трехкратным содержанием воды (35-45°C). При медленном перемешивании затор выдерживают 15-20 мин, затем температуру поднимают до 52°C. От всего затора отбирают $\frac{1}{3}$ часть в заторный котел на отварку, подогревают до 70-72°C и осахаривают 15-20 мин. Затем отварку нагревают до температуры кипения, кипятят 20 мин и медленно перекачивают в заторный чан. При этом температура затора поднимается до 75°C, его выдерживают при этой температуре до исчезновения реакции на йод и перекачивают на фильтрацию. По этому режиму ведут затирание при замене 15% солода.

Разработан способ для замены до 50% солода несоложенными материалами, при котором используется для ферментации препарат плесневого гриба *Aspergillus oryzae* (Е.Я. Калашников и Д.Б. Лившиц).

Для приготовления затора берут 50% солода обычного дробления, и около 1% ферментного препарата (от массы всего сырья). Важно правильно измельчить ячмень. Состав частей помола при работе с фильтрационным чаном (%): шелухи – 12-22, грубой крупки – 20-40,

мелкой крупки – 25-50, муки – 12-20. Кроме ячменя применяют обезжиренную кукурузу, пшеницу и просо. Количество кукурузы и пшеницы не должно превышать 30-40%, а проса – 15-20%. Остальное недостающее до 50% сырье должно восполняться ячменем.

Приготовление затора для жигулевского пива, согласно инструкции УкрНИИПП, производят в две стадии.

Первая стадия. Затирание несоложенной части сырья производится в заторном котле, в который набирают четырехкратное количество воды к массе несоложенного сырья, температура воды – 42-45°C. При работающей мешалке в воду засыпают $\frac{1}{4}$ часть ферментного препарата и 10% солода, а затем все количество несоложенного ячменя.

Немедленно после затирания в заторный котел добавляют молочную кислоту до pH затора 5,5-5,7. Для этого требуется 0,2% молочной кислоты в пересчете на 100%-ную от массы всей засыпи (солод и ячмень). Затем температуру медленно (1 град/мин) повышают до 52°C, при этой температуре выдерживают 20 мин, после чего подогревают до 70°C (1 град/мин). После выдержки 15 мин при 70°C затор кипятят интенсивно 30 мин при постоянном перемешивании. На этом заканчивается первая стадия затирания.

Вторая стадия затирания. За 1-2 ч до окончания первой стадии в заторном чане при 30°C затирают остальную часть солода и ферментного препарата с четырехкратным количеством воды. По окончании кипячения несоложенной части затора ее соединяют с солодовой медленной перекачкой в заторный чан с таким расчетом, чтобы окончательная температура объединенного затора была 62-63°C. После перекачки весь затор спускают в заторный котел и начинают вторую стадию.

Затирание ведут по методу с одной отваркой. Затор при 62-63°C выдерживают 20-30 мин, затем нагревают до 71-73°C. при этой температуре происходит полное осахаривание, на что требуется не более 30-40 мин. После осахаривания жидкую часть затора перекачивают в заторный чан. Температура всего затора при этом должна быть 75-76°C. После 5-10 мин выдержки при этой температуре и проверки полноты осахаривания затор подогревают до 77-78°C и направляют на фильтрацию. Применение повышенного количества несоложенного сырья и ферментного препарата в пивоварении позволяет уменьшить потери углеводов при солодоращении, уменьшить затраты труда на приготовление солода, увеличить выпуск пива без расширения площади солодовни.

6.2. Фильтрация затора

Готовый осахаренный затор поступает на фильтрацию, где разделяется на жидкую часть – сусло и густую часть – дробину. Процесс фильтрации затора проходит в две стадии: фильтрация первого сусла и промывание дробины. В фильтрационном чане фильтрующим слоем служит дробина, осевшая на ситчатом дне чана. На фильтр-прессе фильтруют через плотную хлопчатобумажную ткань. Скорость прохождения сусла через фильтрующий слой дробины зависит от структуры осадка, качества и степени дробления солода, вязкости сусла, давления и температуры.

Слой дробины по своей структуре неоднородный. В состав густой массы входят частицы различной величины и плотности: крупные и мелкие кусочки шелухи, различные по величине остатки раздробленного зародыша и эндосперма, грубодисперсные и мелкодисперсные коллоидные частицы, скоагулировавшие белки. После отстаивания осадок располагается слоями в зависимости от плотности частиц. В первую очередь оседает шелуха, затем – более легкие частицы дробины, хлопья скоагулированных белков и мелкодисперсные частицы. Весь слой пропитан суслом и находится в набухом, рыхлом состоянии. В слое при формировании образуется большое количество мелких извилистых капиллярных ходов, по которым стекает сусло. Вначале слой очень рыхлый, поэтому из фильтрационного чана стекает мутное сусло. После уплотнения слоя начинает вытекать светлое сусло. Толщина слоя дробины составляет 30-40 см. Для снижения вязкости температура затора, который направляется на фильтрацию, должна быть высокой. С повышением температуры вязкость сусла уменьшается. При температуре выше 75-78°C амилаза инактивирует, а крахмал, который не перешел в раствор после недостаточного осахаривания, клейстеризуется. Это вызывает помутнение пива. Иногда для ускорения фильтрации ее проводят при 95-100°C. В этом случае в суслотарный котел к профильтрованному суслу добавляют 1-2% вытяжки от следующего затора и создают условия для дополнительного осахаривания.

Скорость фильтрации зависит также от давления. В фильтрационных чанах фильтрация идет при атмосферном давлении. Если давление в чане повысить, можно значительно увеличить скорость фильтрации, но для этого нужно фильтрационный чан герметизировать и создать в нем давление с помощью сжатого воздуха. В фильтр-пресс затор подается насосом под давлением.

Фильтрация затора в фильтрационном чане. Фильтрационный чан (рис. 6.4) представляет собой цилиндрический аппарат с плоским дном и сферической крышкой. На расстоянии 10-12 мм от основного дна установлено второе, ситчатое дно. От нижнего дна отходит ряд труб, по которым отводится сусло. Все отводные трубы подводятся к общему сборнику и заканчиваются кранами, образующими фильтрационную батарею. Внутри чана размещены промывной аппарат и рыхлитель, которые служат для лучшего промывания дробины. Чтобы избежать охлаждения затора при фильтрации, боковые стенки чана покрывают слоем изоляции.

Фильтрация затора состоит из двух основных операций: фильтрация первого сусла и промывание дробины водой. Прежде чем приступить к фильтрации затора, готовят заторный чан. Для этого его моют, укладывают плотно сита и заполняют подситовое пространство водой при 75-78°C для вытеснения воздуха и создания сплошного слоя жидкости под ситчатым дном. Вода должна покрыть ситчатое дно на 1 см. После этого весь затор перекачивают в фильтрационный чан и выдерживают 20-30 мин для того, чтобы осела дробина. Над осадком образуется слой прозрачного сусла.

При правильно проведенном затирании и нормальном отстаивании это сусло кажется черным. Когда дробина хорошо осядет, спускают мутное сусло. Для этого краны поочередно быстро открывают и закрывают. В подситовом пространстве создается вихревое движение жидкости, благодаря чему в трубы увлекается муть из подситового пространства и нижнего слоя дробины. Воду и мутное сусло перекачивают насосом обратно в фильтрационный чан. После этого начинают фильтрацию первого сусла, которое самотеком поступает в сусловарочный котел. Плотность первого сусла 16-18% (по сахарометру).

Температура затора во время фильтрации 75-78°C. Фильтрация первого сусла продолжается 1,5-2 ч. Чтобы извлечь остаток экстракта из дробины, ее промывают горячей водой (75-78°C). Для лучшего вымывания экстракта дробину разрыхляют (рыхлителем или вручную). Промывные воды поступают также в сусловарочный котел. Промывание дробины осуществляют непрерывно или периодически. При непрерывном промывании воду подают непрерывно, поддерживая уровень так, чтобы вода покрывала дробину на 1-2 см. Периодическое выщелачивание проводят путем залива водой фильтрационного чана с перемешиванием дробины и фильтрования. Эту операцию проводят несколько раз до тех пор, пока плотность промывных вод не будет 0,5% (по сахарометру). При дальнейшем выщелачивании вымываются вещества, входя-

щие в состав шелухи и придающие пиву неприятный горький привкус. После спуска промывной воды дробину из фильтрационного чана выгружают в бункер, а чан тщательно моют. Один раз в месяц сита механически чистят или обрабатывают 10%-ным раствором каустической соды, а затем моют.

Продолжительность операций при фильтрации затора в фильтрационном чане 6 ч. Завод, производящий фильтрацию затора в фильтрационном чане, может приготовить 3,5-4 затора в сутки.

Фильтрация затора на фильтр-прессе. Заторный фильтр-пресс состоит из чугунных рам и сплошных плит, имеющих рифленую поверхность. Рамы и плиты располагаются поочередно на двух параллельных стержнях станины. На плиты натягивается хлопчатобумажная ткань, которая является фильтрующей поверхностью. В верхней части каждой рамы имеется прилив с круглым отверстием, которое сообщено прорезью с внутренним пространством рамы. После сборки фильтр-пресса отверстия рам образуют общий канал, куда поступает затор. Кроме того, рамы имеют боковые приливы с отверстиями, которые образуют боковые каналы в фильтр-прессе, служащие для промывания дробины и продувания воздуха. Каждая плита имеет кран для спуска фильтрованного сусла.

Собранный фильтр-пресс заполняют горячей водой и прогревают 30 мин. После прогрева воду спускают через краны и наполняют фильтр-пресс затором. Подача затора из заторного аппарата в фильтр-пресс при непрерывном перемешивании производится насосом. Фильтр наполняется при давлении 0,4-0,5 атм в течение 20-30 мин. Заторная масса заполняет полость каждой рамы, дробина остается внутри рам, а сусло, пройдя через фильтрующую ткань, стекает по ребристой поверхности плит к кранам и оттуда поступает в сусловарочный котел. Первое сусло получается сразу прозрачным. После окончания фильтрации через слой дробины продувают сжатый воздух для вытеснения остатков сусла, а затем приступают к выщелачиванию дробины.

Промывание дробины продолжается 30-40 мин. Прекращают промывание при плотности промывной воды 0,5%. После промывания через фильтр-пресс снова продувают сжатый воздух для вытеснения воды, затем фильтр разбирают, дробину удаляют, салфетки моют, а фильтр-пресс готовят для фильтрации следующего затора. Продолжительность фильтрации 3 ч.

При фильтрации затора на фильтр-прессе сокращается продолжительность основных операций, что позволяет увеличить производительность варочного отделения.

Центрифугирование затора. Отделение сусла от дробины может производиться также при помощи центробежной силы. Фильтрующая центрифуга имеет форму конического барабана. На внутренней поверхности барабана закреплено металлическое штампованное сито. Внутри барабана размещен конический шнек. Барабан и шнек вращаются с различными скоростями. Затор подается в верхнюю часть центрифуги и под действием центробежных сил отбрасывается на ситчатую поверхность барабана. Сусло и мелкие частицы мути проходят через сито, а дробина задерживается внутри барабана. Полученное мутное сусло направляется на сепаратор для осветления.

6.2.1. Кипячение сусла с хмелем

Кипячение сусла с хмелем необходимо для упаривания сусла, инактивации ферментов, осаждения высокомолекулярных белков, а также для перевода в раствор горьких и ароматических веществ хмеля, для придания суслу, а следовательно и пиву, горького вкуса и хмелевого аромата.

Из фильтрационного чана в сусловарочный котел поступает профильтрованное сусло (первое сусло), плотность которого 15-18% по сахарометру, и промывные воды плотностью 1%. Сусло в сусловарочном котле получается сильно разбавленным. Во время кипячения сусла испаряется избыток воды. К концу кипячения плотность сусла должна быть определенной для каждого сорта пива.

При кипячении погибают микроорганизмы и достигается биологическая чистота сусла. Стерильность сусла имеет большое значение для чистоты брожения и стойкости пива. Сусло стерилизуется 20-25 мин, однако свертывание белков и переход в раствор составных частей хмеля происходит значительно медленнее, поэтому кипячение сусла продолжается 1,5-2 ч.

Одним из важных процессов при кипячении сусла с хмелем является переход в раствор горьких, ароматических и дубильных веществ хмеля. Горькие кислоты хмеля (α - и β -кислоты) обладают незначительной растворимостью, но во время кипячения окисляются горькие кислоты, которые превращаются в более растворимые горькие смолы (α - и β -смолы). Горькие вещества придают пиву специфическую приятную горечь и предохраняют от развития в нем микроорганизмов, так как они обладают антисептическими свойствами.

Растворимость ароматических веществ 1: 20000. При кипячении сусла с хмелем большая часть ароматических веществ улетучивается,

поэтому хмель прибавляют в несколько приемов. Для лучшей ароматизации сусла последнюю порцию хмеля прибавляют в конце кипячения. Хмелевое эфирное масло придает суслу (пиву) характерный хмелевой аромат. Дубильные вещества хмеля при кипячении взаимодействуют с белковыми веществами сусла, образуются белково-дубильные соединения, которые способствуют лучшему осаждению высокомолекулярных белков.

Однако белково-дубильные соединения частично растворимы в горячей воде и нерастворимы при низкой температуре. Поэтому в сусловарочном котле они полностью не осаждаются, выпадают в осадок при охлаждении сусла, а иногда вызывают помутнение пива. Кроме коагулирующего действия, дубильные вещества также влияют на вкус пива.

Способы внесения хмеля. Существуют несколько способов внесения хмеля, они применяются в зависимости качества хмеля и требуемой степени охмеления сусла. Хмель вносят в один, два, три и четыре приема целыми шишками. Если хмель вносят в один прием, то всю норму хмеля вносят в сусловарочный котел перед началом кипячения сусла и кипятят в течение 1,5-2 ч. Такой способ прибавления хмеля нерационален, так как при длительном кипячении ароматические вещества хмеля успевают улетучиться и сусло теряет хмелевой аромат.

При прибавлении хмеля в два приема всю норму делят на две равные части. Первая часть вносится, когда в сусловарочный котел набрано примерно $\frac{1}{3}$ сусла, вторая часть – за 30-40 мин до конца кипячения сусла.

Наиболее распространенным является способ внесения хмеля в три приема. Для этого весь хмель делят на три части: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{4}$. Половину хмеля вносят в сусловарочный котел вначале во время поступления первого сусла из фильтрационного чана или фильтр-пресса, $\frac{1}{4}$ часть прибавляют за час до окончания кипячения и последнюю четверть – за 30 мин до конца кипячения.

Рациональным является способ внесения хмеля с повторным выщелачиванием. При этом способе последняя порция хмеля вносится в сусловарочный котел в специальной сетчатой корзине и кипятится непродолжительное время. При этом в раствор переходят только легко-растворимые горькие и ароматические вещества; последние не успевают улетучиться и сусло приобретает хороший хмелевой аромат. Однако в этом хмеле остается еще большое количество горьких веществ, поэтому его выгружают не в хмелецедильник, а в сусловарочный котел в начале кипячения сусла следующего затора. Хмель можно вносить

не только целыми шишками, а и дробленным для улучшения перехода α -кислоты в изогумулон, растворяющийся в сусле.

Хмелевые экстракты. Хмелевой экстракт получают экстрагированием измельченного хмеля 95-96%-ным этиловым спиртом. Хмелевой экстракт вливают в сусло медленно тонкой струей за 30-40 мин до конца кипячения. Сразу после поступления хмелевого экстракта в сусло происходит переход α -кислот в изогумулон.

Применение хмелевых экстрактов вместо хмеля повышает коллоидную стойкость пива, улучшает его вкус, уменьшает чувствительность пива к холоду, повышает коэффициент использования горьких веществ хмеля. При замене 75% хмеля экстрактом получают экономию хмеля до 30%, а при 100-ной замене – до 43%.

Предварительная щелочная обработка хмеля. Перед внесением хмеля в суслотарочный котел его кипятят в слабом щелочном растворе. Кипячение производят в специальном экстракторе, в который вносят на каждый кг хмеля 40 л воды 30-50 г карбоната натрия (рН 10). После обработки сусло подкисляют до нормального рН. Способ щелочной обработки позволяет довести экономию хмеля до 30%.

Кипячение и охмеление сусла. Кипячение сусла с хмелем продолжается 1,5-2 ч. При изготовлении светлых сортов пива варка сокращается до 1-1,5 ч. Основными показателями готовности сусла, определяющими конец кипячения, являются плотность его, свертывание белков и прозрачность. После достижения необходимой плотности и сворачивания белков замеряют количество сусла и оно поступает в хмелецедильник. Из хмелецедильника сусло насосом перекачивают в холодильные аппараты.

В хмелевой дробине задерживается большое количество сусла (6-7 л на 1 кг дробины). После спуска сусла суслотарочный котел и хмель в хмелецедильнике несколько раз промывают горячей водой. Промывные воды присоединяют к суслу. Кипячение может происходить при нормальном и повышенном давлении. Суслотарочный котел, применяемый для варки сусла под давлением, имеет герметическую крышку с люком и предохранительным клапаном. Вытяжная труба снабжена герметической заслонкой и воздушным клапаном. Варка сусла проводится при 105-106°C 1 ч, а затем давление снижают до нормального и продолжают кипячение еще 1 ч. При кипячении сусла под давлением лучше происходит коагуляция белков и осветление сусла, повышается коэффициент использования хмеля, сокращается расход пара.

Выход экстракта солода в варочном цехе. Зная количество горячего сусла и его плотность, рассчитывают выход экстракта в варочном цехе, по которому определяют количество сухих веществ солода, перешедших в сусло, а также судят о правильности проведенных процессов и получению пивного сусла. Выход экстракта рассчитывают по формуле

$$E = 0,96Vgd/P,$$

где E – выход экстракта, %; $0,96$ – условный коэффициент для перевода горячего сусла в холодное; V – объем горячего сусла, л; g – содержание сухих веществ по сахарометру; d – плотность сусла; P – количество затертых зерноприпасов, кг.

6.2.2. Охлаждение сусла

При охлаждении сусла понижается температура и происходит его осветление. Температуру понижают медленно до 60°C и быстро от 60 до $4-6^{\circ}\text{C}$.

Во второй стадии могут развиваться попавшие в сусло микроорганизмы. Чтобы избежать этого, сусло во второй стадии охлаждают быстро.

В первой стадии при медленном охлаждении происходит осветление сусла. В осадок переходят некоторые хмелевые смолы, белково-дубильные соединения, дубильные и минеральные вещества. Этот осадок называют “горячим”.

Во второй стадии некоторые белково-дубильные вещества, которые растворимы в воде и в горячем сусле, переходят в нерастворимое состояние и выделяются в виде тонкой взвеси, поэтому охлажденное сусло становится слегка мутным. При охлаждении сусла на открытой поверхности происходит сильное поглощение кислорода воздуха. Охлаждение сопровождается испарением воды и концентрация сусла повышается. Для доведения сусла до нормальной плотности его разбавляют водой.

Способы охлаждения сусла. Горячее сусло охлаждают открытым и закрытым способами. Открытое охлаждение сусла происходит на холодильной тарелке и на оросительном холодильнике. Закрытое охлаждение сусла производится в отстойном чане и в закрытом противоточном трубчатом или пластинчатом холодильнике.

Охлаждение на холодильной тарелке. Холодильная тарелка представляет собой прямоугольный низкий открытый сосуд с плоским дном (рис. 6.5). Высота борта тарелки $20-25$ см. Устанавливается она с

Физико-химические показатели охмеленного сусла

Сорт пива	Содержание сухих веществ, %	Кислотность 1н. р-р щелочи на 100 мл	Цветность	Отношение сахара к несахару
Жигулевское	11	1,5-2,0	0,8-2,0	1: 0,33 – 1: 0,43
Рижское	12	1,7-2,1	0,5-1,0	1: 0,22 – 1: 0,33
Московское	13	1,8-2,8	0,5-1,0	1: 0,22 – 1: 0,33
Ленинградское	20	2,8-4,5	1,0-2,5	1: 0,22 – 1: 0,33
Двойное золотое	15	2,3-3,3	1,0-2,0	1: 0,22 – 1: 0,33
Украинское	13	1,8-2,8	4,0-8,0	1: 0,43 – 1: 0,54
Мартовское	14,5	2,1-3,3	4,0-6,0	1: 0,43 – 1: 0,54
Портер	20	3,7-5,0	8 и более	1: 0,43 – 1: 0,54
Останкинское	17	2,5-3,8	8 и более	1: 0,43 – 1: 0,54

наклоном в одну сторону. В этой части предусмотрено небольшое чашеобразное углубление, где находятся два крана: один для спуска сусла, а другой для белкового отстоя. Сусло на тарелке располагают тонким слоем (15-20 см), и оно медленно охлаждается за 2-6 ч. После спуска сусла на дне тарелки остается белковый отстой, который затем отделяют от сусла на фильтр-прессе. Сусло стерилизуют и направляют в холодильный аппарат, а затем в бродительный чан.

Охлаждение в отстойном чане. Отстойный чан представляет собой закрытый цилиндрический аппарат с плоским дном (рис. 6.6). Внутри чана расположен змеевик, по которому пропускается холодная вода для охлаждения сусла. В верхней части крышки чана находится вытяжная труба. Спускается охлажденное сусло по трубе, которая соединена с поплавком. По мере опускания уровня сусла поплавки опускаются, а вместе с ним опускается труба. При этом стекает только осветленное сусло, а отстой остается на дне чана и удаляется через вторую трубу. Отстойный чан заполняется суслом на высоту до 1 м. Сусло

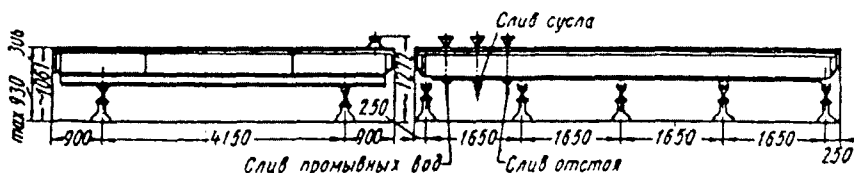


Рис. 6.5. Холодильная тарелка.

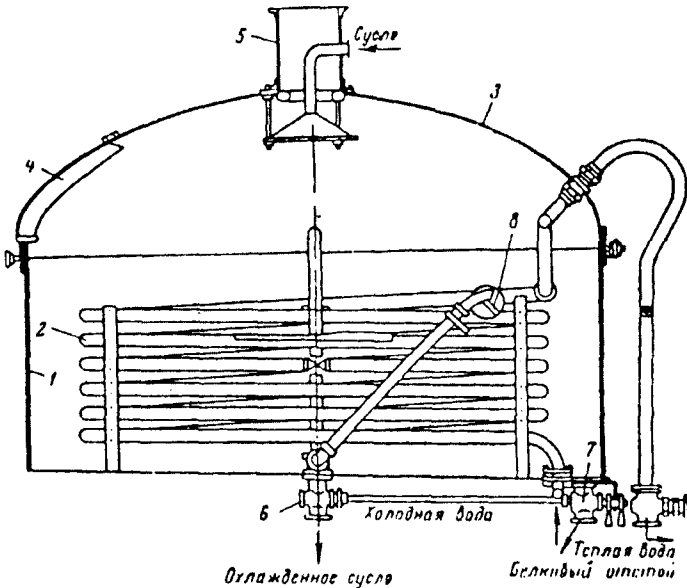


Рис.6.6. Отстойный чан:

1 – корпус чана; 2 – змеевик для охлаждения сусла; 3 – куполообразная крышка; 4 – смотровой люк; 5 – вытяжная труба; 6 – вентиль для спуска сусла; 7 – вентиль для спуска отстоя и промывной воды; 8 – поворотная труба с поплавком.

охлаждается быстрее, чем на тарелке (20-30 мин). При этом сусло не насыщается кислородом воздуха.

Охлаждение на холодильниках. На большинстве пивоваренных заводов сусло охлаждают во второй стадии на оросительном холодильнике (рис. 6.7). Холодильник состоит из ряда медных труб, расположенных одна над другой и образующих охлаждающую поверхность.

Над холодильником расположен желоб с мелкими отверстиями. Сусло из отстойного чана или холодильной тарелки поступает в этот желоб и через отверстия равномерно стекает по поверхности холодильника. Под трубами находится сборный желоб, куда стекает охлажденное сусло, которое называется начальным. Внутри труб холодильника циркулирует в верхней части водопроводная вода, а в нижней части – рассол от испарителя холодильной машины.

В закрытом холодильнике (рис. 6.7 б) сусло протекает по медным трубам, омываемыми водой или рассолом, и охлаждается до заданной температуры (4-6°C). Закрытый холодильник как и ороситель-

ный, имеет две секции: верхняя охлаждается водопроводной водой, нижняя – водой или рассолом.

Охлаждение также производится на холодильниках типа “труба в трубе”, который состоит из горизонтальных стальных или чугунных труб, внутри которых находятся медные луженые трубы меньшего диаметра. По внутренним трубам протекает сусло, а в межтрубном пространстве – охлаждающая вода или рассол.

Пластинчатый холодильник состоит из рифленых пластин и прокладочных листов, которые устанавливаются на станине попарно (рис. 6.8). Каждая пластина имеет по углам четыре отверстия, которые после сборки холодильника образуют четыре канала, по которым протекает сусло и охлаждающая вода.

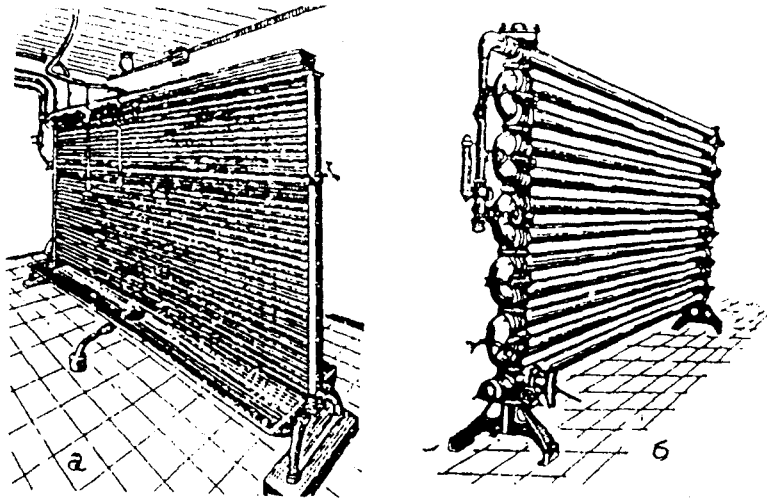


Рис. 6.7. Холодильники для охлаждения сусла:

а – открытый оросительный холодильник; б – закрытый противоточный холодильник.

С обеих сторон пластины имеют желобки. Выступы этих желобков направляют теплообменивающиеся жидкости зигзагообразно от входного канала к выходному. С одной стороны пластины по желобкам течет сусло, а с обратной противотоком – охлаждающая жидкость. Пластинчатый холодильник состоит из двух секций. В первой секции охлаждение ведется водой, а во второй – рассолом.

6.2.3. Освещение сусла на сепараторе

Освещение сусла на холодильной тарелке или в отстойном чане протекает медленно и происходит неполно. Наилучшее освещение сусла достигается на сепараторе. Сусло подают в сепаратор, где оно распределяется тонкими слоями на тарелках, которые вращаются с большой скоростью. Под действием центробежных сил взвешенные частицы отделяются и направляются в грязевое пространство. Из сепаратора выходит осветленное сусло, которое затем поступает на пластинчатый холодильник, где охлаждается до 6°C . При использовании сепаратора быстрее происходит осветление и охлаждение сусла (1-1,5 ч),

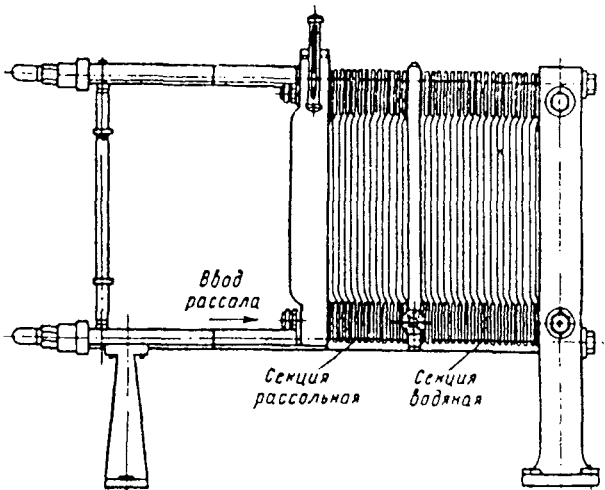


Рис. 6.8. Пластинчатый теплообменник для охлаждения пивного сусла.

облегчается обслуживание этих операций и исключается попадание в сусло инфекции из окружающей среды. Сепарирование можно производить для осветления горячего и холодного сусла и для выделения сусла из белкового отстоя.

Очень хорошее осветления достигается при сепарировании холодного сусла, так как при этом удаляется не только грубый trub, выделяющийся при кипячении сусла, но и муть, образовавшаяся при охлаждении сусла.

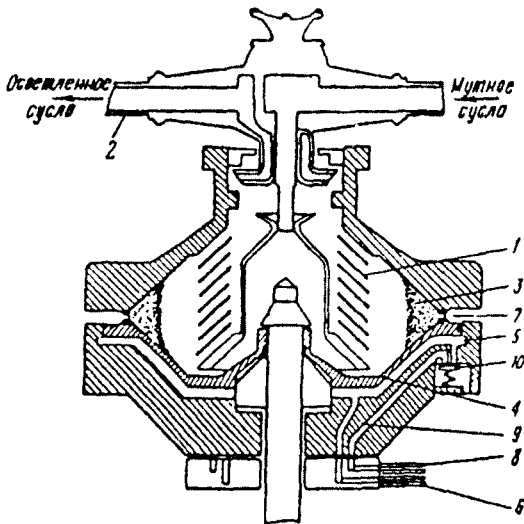


Рис. 6.9. Схема сепаратора в разрезе для осветления сусла:

1 – тарелки барабана; 2 – патрубок для выхода сусла; 3 – кольцевое пространство для выхода барабана; 4 – подвижное дно барабана; 5 – полость для воды; 6 – труба для подачи воды в полость; 7 – уплотняющее кольцо щели; 8 – отводящая труба для воды; 9 – канал к клапану; 10 – клапан.

6.2.4. Непрерывный процесс приготовления пивного сусла

В основу схемы непрерывного процесса приготовления пивного сусла положен настойный способ приготовления затора, центробежный метод отделения сусла от дробины, непрерывное выщелачивание экстрактивных веществ из дробины, сепарирование сусла для отделения хмелевой дробины и коагулированного белка. Схема, разработанная во ВНИИПБП, представлена на рис. 6.10.

Затирание, осахаривание, фильтрация сусла, кипячение его с хмелем и другие стадии приготовления сусла проводятся в аппаратах непрерывного действия.

Солод из бункера поступает через дозатор в дробилку. Дробленый солод смешивается с водой в предсмесителе при 50°С. Смесь поступает в смеситель, где при помощи бил и двухвиткового шнека превращается в однородную массу. Из смесителя заторная масса передается в осахариватель, разделенный на 10 сообщающихся между собой камер, в которых установлен необходимый температурный режим.

Пять из них оборудованы змеевиками для подогрева массы, а в остальных проводится выдержка массы по принятому режиму.

Под действием ферментов солода при благоприятных температурных условиях заторная масса осахаривается и поступает в вертикальную центрифугу для фильтрации сусла. Обезвоженная дробина выводится шнеком в экстрактор, где в противотоке выщелачивается горячей водой. Промывная вода присоединяется к суслу, и смесь поступает для осветления на сепаратор.

Расход воды на промывку дробины составляет около 120% от массы солода, а по периодическому способу – 180-200%. Промывные воды при непрерывном способе содержат около 6-7% экстракта.

Осветленное сусло подается в кипятильник: непрерывного действия, сходный по конструкции с осахаривателем. Сусло движется снизу вверх и одновременно к нему добавляется хмель из дозатора. Кипятильник может работать при атмосферном или при повышенном давлении. Кипячение сусла по времени значительно сокращается по сравнению с периодической схемой.

Охмеленное сусло направляют на сепаратор для осветления и отделения белковых веществ и хмелевой дробины. Осветленное сусло охлаждают на пластинчатом холодильнике, после чего направляют на брожение.

Преимуществом непрерывного процесса приготовления сусла являются: 1) сокращение в два раза производственного цикла; 2) сокращается кубатура производственной площади в 2 и более раз; 3) уменьшается мощность котельной установки на 25-30%; 4) снижается потребление холода; 5) сокращаются затраты рабочей силы на 30-40% за счет механизации и автоматизации процессов.

6.2.5. Брожение пивного сусла

На пивоваренном заводе брожение сусла протекает в две стадии: главное брожение и дображивание.

Главное брожение происходит в бродильных чанах при 5-8°C и продолжается 7-10 *сут*. В результате главного брожения получается молодое, или зеленое, пиво. Вторая стадия – дображивание – производится в лагерных танках при 1-3°C в течение 21-90 *сут* в зависимости от сорта пива.

Пивные дрожжи. В качестве возбудителей брожения применяют дрожжи. Применяют в основном дрожжи низового брожения. Дрожжи

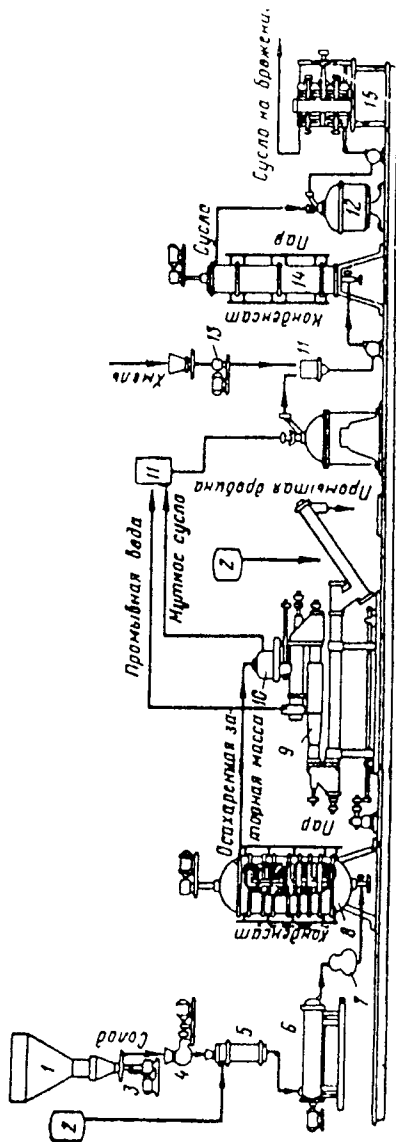


Рис. 6.10. Аппаратурно-технологическая схема непрерывного приготовления пивного сушла:

1 — бункер для солода; 2 — бак горячей воды; 3 — дозировочный аппарат тарельчатого типа; 4 — дробилка; 5 — предсмеситель; 6 — смеситель; 7 — шестеренчатый насос; 8 — осахариватель; 9 — экстрактор; 10 — центрифуга; 11 — сборник сушла и промывной воды; 12 — сепаратор; 13 — дозатор хмеля; 14 — кипятильник; 15 — холодильник.

подразделяются на расы. Наиболее распространенные расы: 776, XI, 47 и др.

В пивоваренном производстве применяют дрожжи чистой культуры. Чистую культуру размножают в лаборатории завода, а затем передают в бродильный цех. Один раз выведенные дрожжи могут использоваться для главного брожения в течение нескольких циклов. Каждый оборот дрожжей называется генерацией. После окончания главного брожения и перекачки пива в лагерьный подвал дрожжи собирают, промывают и используют для брожения сусла следующей варки; эти дрожжи называют семенными. Дрожжи могут использоваться до десятой генерации.

При ведении главного брожения в бродильные чаны могут попасть посторонние микроорганизмы, к которым относятся дикие дрожжи, молочнокислые бактерии, уксуснокислые бактерии, сарцины и др. Эти микроорганизмы вызывают помутнение пива, повышение его кислотности, могут вызвать неприятный запах и вкус. Для предупреждения попадания и развития инфекции при брожении необходимо соблюдать чистоту в бродильном отделении, вести процесс при низкой температуре, уменьшать поверхность соприкосновения сусла и бродящего пива с воздухом.

Биохимические и физико-химические процессы при главном брожении. В процессе спиртового брожения мальтоза расщепляется в глюкозу, которая превращается в спирт и углекислый газ.

В первый период брожения после введения дрожжей сбраживание экстракта происходит слабо. За сутки экстрактивность сусла уменьшается на 0,1-0,2%. В этот период идет размножение дрожжей.

Начиная от 2 до 5 суток содержание экстракта быстро уменьшается; понижение экстракта составляет 1,0-1,5% в сутки. К концу брожения, когда основная масса сахара сбродит, количество экстракта уменьшается медленно. В последние 2 суток понижение экстракта составляет 0,2-0,5%.

Процесс спиртового брожения является экзотермическим. При сбраживании 1 г-моль моносахарида выделяется 28 ккал. В период более бурного брожения наблюдается интенсивное повышение температуры, что вызывает развитие инфекции. При низовом брожении повышение температуры допускается до 9-10°C. Температуру брожения регулируют подачей холодной воды в змеевики, находящиеся в бродильных чанах. В конце брожения температуру понижают до 4-5°C.

Кроме сбраживания сахаров, при главном брожении протекают другие процессы, влияющие на состав и качество пива. Значительные

изменения происходят в белковом составе сусла. Этому способствует повышение активной кислотности при брожении. Начальное сусло имеет рН 5,3-5,6, а молодое пиво 4,2-4,6. Изменение рН происходит вследствие накопления углекислоты и органических кислот – побочных продуктов брожения. При этом изменяется буферная система сусла. Наличие в начальном сусле первичных и вторичных фосфатов создает фосфатную буферную систему. При брожении она постепенно заменяется фосфатно-карбонатной буферной системой. Усиливается также буферная система органическая кислота – соль органической кислоты.

Повышение активной кислотности благоприятно влияет на коагуляцию белков. Белковые вещества частично денатурируются, теряют свой заряд и коагулируют. Изменение рН понижает также растворимость хмелевых смол. Нерастворимые хмелевые смолы вместе с коагулируемыми белками частично оседают на дно бродильного чана, а более легкая часть их вместе с мертвыми и слабыми дрожжевыми клетками поднимаются с углекислотой на поверхность пива. Белковые вещества и хмелевые смолы являются поверхностно активными. На поверхности пузырьков появляются адсорбционный слой из этих веществ. При слипании отдельных пузырьков получаются ячейки пены. В ходе брожения эти ячейки изменяются, укрупняются, пена приобретает форму завитков. Под конец брожения завитки опадают, а поверхность молодого пива остается покрытой тонким плотным слоем пены, называемым декой. Полученная при главном брожении величина рН 4,2-4,6 благоприятна также для оседания дрожжей. Дрожжи собираются в крупные хлопья. Выпадение белков и оседание дрожжей способствует общему осветлению молодого пива.

При главном брожении происходит ряд процессов, при которых образуются продукты, влияющие на состав и качество пива. В дрожжевых клетках протекает обмен веществ. В результате этого обмена в пиво переходят органические кислоты и высшие спирты. Ряд кислот и спиртов являются побочными продуктами спиртового брожения. Смесь высших спиртов образуют группу сивушных масел, придающих пиву неприятный вкус и запах. Из органических кислот в пиве находятся молочная, уксусная, янтарная, муравьиная и др. В результате взаимодействия спиртов и кислот образуются эфиры.

Присутствие в молодом пиве кислот, эфиров и сивушных масел придает ему неприятный вкус и запах, которые устраняются при дображивании и выдержке.

Процессы при дображивании и выдержке пива. Во время дображивания пива в нем протекают сложные физико-химические

процессы. При дображивании пиво насыщается углекислотой, осветляется, приобретает специфические вкусовые и ароматические качества.

В зеленом пиве содержится 1-1,5% несброженных сахаров. Во время дображивания, которое ведется при низкой температуре, сахара медленно сбраживаются. Выделяющаяся при этом углекислота накапливается в пиве, находящемся под давлением, и насыщает его. Молодое пиво содержит 0,15-0,20% углекислоты, после дображивания оно должно содержать такое количество углекислоты, чтобы в готовом разлитом пиве ее было 0,3-0,35%. Чтобы углекислота из пива не выделялась, а насыщала его, необходимо повышенное давление. Для этого танки герметизируют, но в первые сутки этого делать нельзя, так как должен сначала быть удален воздух, растворенный в пиве. Танки закрывают (шпунтуют) через 2-3 суток после начала дображивания. Накоплению углекислоты в пиве способствует низкая температура.

Во время дображивания пиво осветляется. К концу дображивания, когда прекращается брожение и выравнивается температура, пиво приходит в спокойное состояние и осветляется. При дображивании происходит также созревание пива. Во время созревания в пиве образуются сложные эфиры, уменьшается количество альдегидов, повышается кислотность. В результате этих процессов улучшаются вкусовой и ароматический букет.

Главное брожение. Главное брожение происходит в открытых (рис. 6.11) или закрытых (6.12) бродильных чанах, которые установлены в бродильном отделении. Открытые бродильные чаны бывают вертикальными, цилиндрическими и прямоугольными. Закрытые бродильные чаны

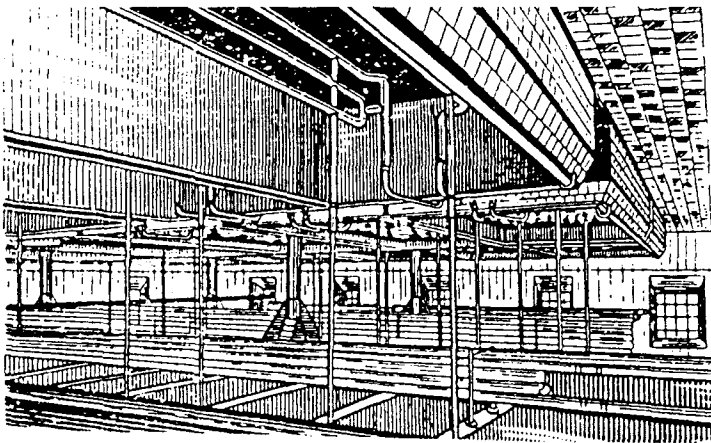


Рис. 6.11. Открытые бродильные чаны.

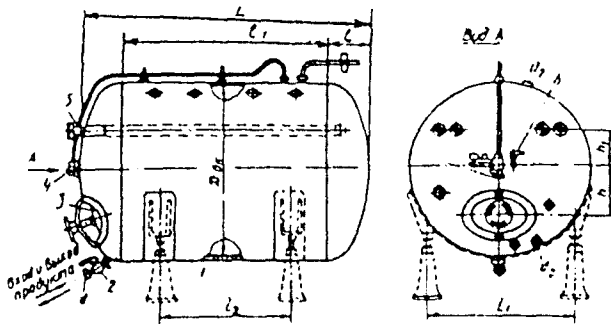


Рис.6.12. Закрытый горизонтальный танк главного брожения:

1 – сосуд; 2 – кран; 3 – люк; 4 – арматура для отвода CO_2 ; 5 – труба отвода воздуха; 6 – охлаждающий змеевик.

бывают горизонтальными или вертикальными цилиндрической формы, а также вертикальными прямоугольной формы. Бродильные чаны изготавливаются из дерева, стали, алюминия и железобетона, внутри их покрывают специальными лаками или пивной смолкой. Внутри бродильных чанов устанавливаются змеевики для поддержания в них температуры бродящего сусла. Температура воды для охлаждения должна быть 1°C . Температура в бродильном отделении поддерживается около 6°C . В отдельном помещении бродильного отделения устанавливаются дрожжевые ванночки для приема и хранения дрожжей.

Начальное сусло, охлажденное на оросительном или закрытом холодильнике, поступает в бродильный чан. Сюда же вносятся дрожжи из расчета 0,5–0,7 л густых дрожжей на 100 л сусла. Семенные дрожжи предварительно проверяются в лаборатории. С дрожжей, которые хранятся под водой, сливают воду, осторожно удаляют верхний слой, а дрожжи тщательно перемешивают. В небольшой деревянный сосуд наливают холодное сусло и дрожжи в необходимом количестве, повторяя эту операцию 10–12 раз. Содержимое перемешивают переливанием в другой такой же сосуд. При механизации этой операции перемешивание производится в специальном герметическом сосуде (монжо) сжатым воздухом или углекислотой, используя в конце давление для перекачивания дрожжей в бродильный чан.

Главное брожение можно вести с предварительным или без предварительного брожения. При предварительном брожении начальное сусло поступает в чан предварительного брожения, объем которого равен сумме объемов трех-четырех бродильных чанов. Здесь сусло с внесенными дрожжами бродит 1 сутки, а затем перекачивается в чаны

главного брожения. При способе без предварительного брожения сусло поступает сразу в чан главного брожения и в нем находится до конца. Процесс главного брожения делят на четыре стадии: *забела, низких завитков, высоких завитков, образования деки и осветления пива.*

Стадия забела это начальный период брожения (около 1 сут). В этот период происходит размножение дрожжей, брожение идет слабо, и поверхность сусла покрывается мелкой белой пеной.

Во второй стадии, которая продолжается 2-3 сут, происходит интенсивное брожение. Поверхность бродящего сусла покрывается плотной мелкой пеной, которая приобретает характер завитков. Брожение протекает равномерно и за сутки сбраживает 0,5-1% экстракта.

Стадия *высоких завитков* характеризуется наиболее интенсивным брожением; за сутки сбраживает 1-1,5% экстракта. В этот период пена сильно поднимается вверх, завитки становятся более крупными и достигают наибольшей высоты. Пена постепенно темнеет и к концу периода приобретает коричневый или грязно-бурый цвет. Период продолжается 3-4 сут.

Четвертая стадия (2 сут) характеризуется постепенным прекращением брожения. Завитки отпадают и на поверхности пива образуется темно-коричневый плотный слой деки. В этот период происходит образование хлопьев дрожжей и пиво осветляется. При закрытом брожении деки образуется меньше, чем при открытом, и цвет ее значительно светлее. Для соблюдения необходимого температурного режима брожения чаны оборудуются специальными устройствами.

Таблица 6.2

Температурный режим главного брожения для жигулевского пива

Время брожения, <i>сутки</i>	Температура в сусле, °С
1	6-7
2	7,5-8
3	8-9
4	8-9
5	7
6	6
7	4-5

Плотность молодого жигулевского пива обычно составляет 4,5-6% по сахарометру.

Главное брожение считается законченным, если в течение 12 ч плотность сусла уменьшается на 0,15-0,2%. Дека при раздувании не должна смыкаться. Поверхность молодого пива должна быть блестяще черной. Конец главного брожения определяется по степени сбраживания. Степенью сбраживания (А) называется процент сухих веществ сусла, сброженных за период брожения.

$$A = (E-e) \times 100 / E$$

где **E** – содержание сухих веществ в начальном сусле, %;

e – содержание сухих веществ в пиве, %.

Степень сбраживания бывает кажущейся, если процент сухих веществ в пиве определяют в присутствии алкоголя, и действительной, если процент сухих веществ в пиве определяют в отсутствии алкоголя.

На практике конец главного брожения определяется по кажущейся степени сбраживания, которая для светлых сортов пива составляет 57-66%, а для темных – 55-60%.

Показатели некоторых зеленых сортов пива приводятся в таблице 6.3.

По окончании главного брожения с поверхности пива, которое бродило в открытых бродительных чанах, осторожно снимают деку и перекачивают в лагерьный подвал. Деку снимают для того, чтобы горькие хмелевые смолы, находящиеся в ней придают пиву грубый горький вкус.

Таблица 6.3

Показатели зеленого пива

Сорт пива	Начальная плотность сусла, %	Показания сахарометра, %	Кажущаяся степень сбраживания, %	Действительная степень сбраживания, %
Жигулевское	11	4,5-4,1	59,0-62,5	48,0-50,5
Рижское	12	4,2-3,9	65,0-67,5	52,5-54,5
Московское	13	4,9-4,6	62,5-64,5	50,5-52,0
Ленинградское	20	6,7-6,4	66,5-68,0	53,5-50,0
Украинское	13	5,6-5,4	57,0-58,5	46,0-47,0
Мартовское	14,5	5,6-5,8	60,0-61,5	48,5-49,5
Портер	20	8,7-8,5	56,5-57,5	45,5-46

При брожении в закрытых бродительных чанах дека имеет другой характер, на вкус пива она не влияет. При выпуске пива она остается на стенках бродительного аппарата.

Молодое пиво перекачивается в лагерные танки центробежным насосом или спускается самотеком, если бродильное отделение расположено выше лагерного подвала.

Применяется и непрерывное брожение в каскадной установке. Непрерывное сбраживание сула продолжается 48 ч вместо 5-7 суток при периодическом способе.

Съем и хранение семенных дрожжей. После перекачки пива в лагерные танки на дне бродильного чана остаются дрожжи. Осадок дрожжей состоит из трех слоев. Верхний и нижний слой имеют темный цвет, они содержат много отстоя, мертвые клетки, хмелевые смолы. Средний слой более светлый, он состоит из семенных дрожжей, которые собирают в приемный сосуд и тщательно промывают. Промытые дрожжи хранят в ванночках под слоем воды при температуре, близкой к 0°С. Они могут храниться 4-6 сут.

Дображивание пива. Молодое пиво поступает в лагерный подвал самотеком или подается насосом. В лагерном подвале установлены

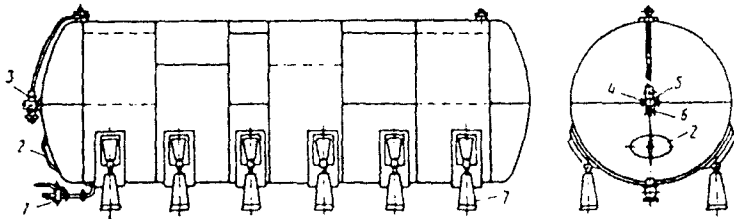


Рис. 6.13. Горизонтальный лагерный танк:

1 – люк; 2 – штуцер; 3 – пробные краны; 4 – кран для заполнения и спуска; 5 штуцер для шпунт-аппарата; 6 – штуцер для манометра.

лагерные танки (рис. 6.13) или бочки, в которых происходит дображивание и выдержка пива. В подвале поддерживается температура 1°С. Лагерные танки наполняют до объема 96% снизу, бочки – сверху, однако шланг опускают до дна.

На 3-5 сут после вытеснения из танка воздуха углекислым газом, танки шпунтуют. Шпунт-аппарат (рис. 6.14) позволяет поддерживать в танке постоянное давление 0,3-0,5 атм. Шпунтование для жигулевского пива составляет 15-18 сут, для сортового пива значительно больше.

Видимая степень дображивания лагерного пива должна быть на 10-15% выше, чем молодого. После дображивания пиво с помощью специального насоса подается на фильтрацию.

Сроки выдержки пива различных сортов

Сорт пива	Срок выдержки, сут
Жигулевское	21
Рижское	42
Московское	42
Ленинградское	90
Мартовское	30
Украинское	30
Портер выдержка в лагерных танках	60
выдержка в бутылках	10

Считается целесообразным подавать на фильтрацию пиво одновременно из нескольких танков через смеситель. После спуска пива в танке остается осадок из дрожжей, осевших частиц белков, хмелевых смол и пива. Этот осадок собирают в специальные сборники для отстаивания. После отстаивания пиво сливают в смарочное пиво, а осадок присоединяют к товарным дрожжам.

6.2.6. Ускоренный способ производства пива

Схема ускоренного способа производства пива (рис. 6.15) основана на ведении спиртового брожения в отсутствии кислорода воздуха. Это позволяет сократить сроки брожения, чем повышается производи-

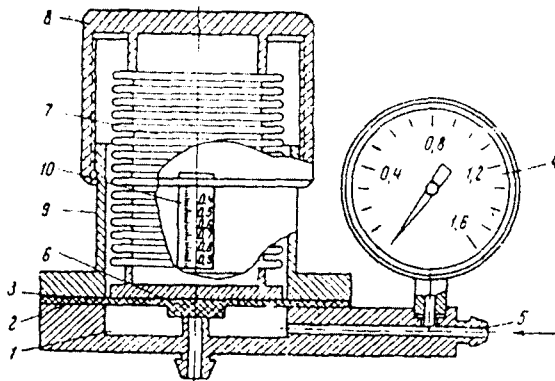


Рис. 6.14. Шпунт-аппарат:

1 – камера; 2 – резиновая пластинка; 3 – корпус; 4 – манометр; 5 – входной штуцер; 6 – резиновый клапан; 7 – закрытый сифон; 8 – крышка сифонного аппарата; 9 – корпус цилиндра; 10 – шкала давления.

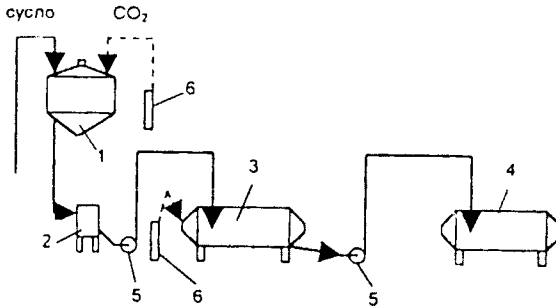


Рис. 6.15. Ускоренная схема главного брожения:

1 – отстойный чан; 2 – пластинчатый холодильник; 3 – бродильный чан; 4 – лагерный танк; 5 – насосы; 6 – баллон с углекислым газом.

тельность завода. Схема предусматривает также изменение режима замочки ячменя, которое ведется не по воздушно-водяному способу, а в непрерывном токе воды и воздуха. При этом зерно равномерно насыщается водой и воздухом, нормально дышит, вследствие чего сокращаются сроки замачивания и проращивания ячменя, а солод получается лучшего качества.

Для обеспечения бескислородного брожения все процессы, начиная от охлаждения сусла, ведутся без доступа воздуха. Сусло охлаждают в закрытых отстойных чанах и закрытых холодильниках. Главное брожение ведут в закрытых бродильных чанах. Чтобы избежать соприкосновения сусла с воздухом при поступлении его в бродильный чан, в сусло через форсунку интенсивно вдувается углекислота. Углекислота вспенивает сусло и создает над его поверхностью пенистый покров, предохраняющий от соприкосновения с воздухом.

Дрожжей в чан вносят больше, чем при обычной схеме. Количество их составляет 0,075-0,1 л на 1 дал сусла.

Для ускорения брожения пиво в бродильном чане периодически перемешивают углекислотой при помощи барботера. Продолжительность главного брожения составляет 5-5,5 сут.

Таблица 6.5.

Температурный режим брожения

Продолжительность брожения, сут	1	2	3	4	5
Температура, °С	7-7,5	8-9	9-7,5	7-6	4-5
Содержание сухих веществ, %	11-11,3	9-8,5	7-6,5	5,5-5	4,6-4,5

Отсутствие кислорода уменьшает во время брожения образование альдегидов, эфиров и других побочных продуктов, которые придают пиву неприятный запах и для удаления которых требуется длительная выдержка пива в подвале.

Молодое пиво поступает на дображивание при 4-5°C. Во время перекачивания в струю пива вдувается CO₂ для создания защитного слоя, который называется углекислотной подушкой. Танк, заполненный пивом, немедленно шпунтуют и поддерживают давление в пределах 0,4-0,5 атм.

Ускоренная технологическая схема позволяет сократить выдержку жигулевского пива в лагерных танках до 11 суток вместо 21 суток при обычной схеме. Дображивание ведут при 4°C. Дображивание – изотермическое, т.е. в лагерном подвале и танках поддерживается одинаковая температура. Это способствует лучшему осветлению пива, так как не создаются конвективные токи, перемешивающие пиво.

Чтобы избежать выпадения углекислоты, находящейся в пиве в пересыщенном растворе, пиво перед розливом и фильтрацией охлаждают до 1°C.

Ускоренная технология является наиболее прогрессивной, поэтому широко применяется в пивоварении.

6.2.7. Сепарация и фильтрация пива

Прогрессивным способом осветления пива является сепарация на сепараторах.

Фильтрация пива. После выдержки в лагерном подвале пиво поступает на фильтрацию, так как после осветления в лагерных танках пиво недостаточно освобождается от оставшихся в нем мелких частичек: мелкодисперсной мути коллоидных веществ, оставшихся в пиве дрожжей и других микроорганизмов. Фильтрующим материалом служит хлопчатобумажная масса.

Для фильтрации пива применяют различные фильтры. В свое время наибольшее распространение получили тарелочные фильтры (рис. 6.16). Основными элементами этого фильтра являются фильтрационные рамы, изготовленные из бронзы и чугуна. Они имеют форму чаши или тарелки. Поверхность рам с обеих сторон рифленая. Сверху и снизу каждая рама имеет по два кольцевых отверстия, которые при сборке фильтра образуют четыре сплошных канала: по двум подводится нефильтованное пиво, а по другим отводится фильтрованное. Каналы имеют узкие щелеобразные прорезы, посредством которых сообщаются

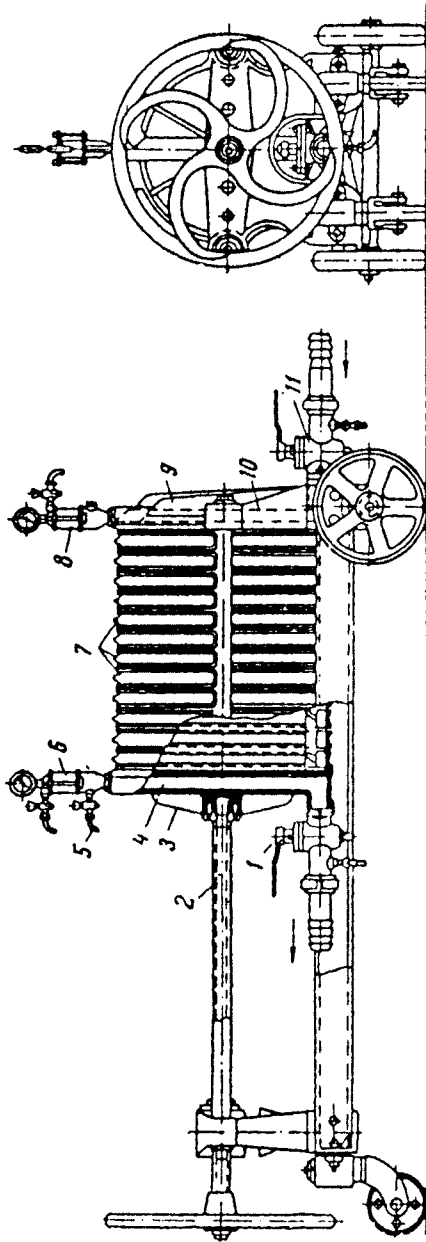


Рис. 6.16. Фильтр для пива:

- 1 — выпускной кран; 2 — зажимной винт; 3 — передняя крышка; 4 — канал для фильтрованного пива; 5 — пробный кран; 6 — фонарь фильтрованного пива; 7 — фильтрационные рамы; 8 — фонарь нефилтрованного пива; 9 — задняя крышка; 10 — канал нефилтрованного пива; 11 — впускной кран нефилтрованного пива.

с пространством между рамами. У одних рам прорези сообщают пространство между рамами с каналами для нефильтрованного пива, у других – с каналами для фильтрованного пива. Размещают рамы поочередно: рядом с рамой, связанной с каналом для нефильтрованного пива, помещается рама, связанная с каналом для фильтрованного пива. Рамы устанавливаются на передвижной станине с неподвижной задней крышкой. Передняя крышка помещается по штангам при помощи зажимного винта. Между задней и передней крышкой расположены рамы.

При сборке фильтра в пространство между двумя рамами закладывают лепешку, спрессованную из фильтрационной массы. После сборки рамы плотно сжимают зажимным винтом. Фильтры бывают 4-, 8-, 12-, 24- и 36-рамные. В задней крышке фильтра имеется сплошной проход, который соединяет верхний и нижний каналы нефильтрованного пива. Передняя крышка также имеет проход, соединяющий верхний и нижний каналы фильтрованного пива. На передней и задней крышках сверху установлены смотровые фонари для наблюдения за качеством фильтрации, а также для удаления воздуха из каналов фильтрованного и нефильтрованного пива. Смотровые фонари снабжены манометрами.

Для фильтрации пива может быть использована новая фильтрационная масса и уже бывшая в употреблении после ее промывки и дезинфекции. Мойку фильтрационной массы производят в массомоечной машине.

Промытая фильтрационная масса из моечной машины поступает в гидравлический пресс, где прессуется в круглые лепешки. Перед подачей пива на фильтр его проверяют на герметичность, пропуская через него воду. Нефильтрованное пиво поступает в сквозной канал задней крышки, проходит смотровой фонарь, а затем через продольные каналы и прорези в рамах распределяется по желобчатой поверхности тарелок. Тарелки расположены таким образом, что фильтрация пива происходит только через одну лепешку фильтрационной массы. Таким образом, все лепешки работают параллельно. Пройдя через лепешку, пиво попадает на желобчатую поверхность соседней тарелки, а оттуда через прорези поступает в каналы фильтрованного пива. Из каналов фильтрованное пиво проходит в сквозной канал передней крышки и поступает в пивопровод. Фильтрованное пиво поступает в сборники, называемые мерниками, а из них на розлив.

После окончания фильтрации пивной насос выключают, прекращают подачу пива и вытесняют его из фильтра сжатым воздухом или водой. Воду подают на фильтр в направлении, противоположном движению пива. Пиво вытесняют из фильтра и направляют его обратно в пив-

ной подвал на переработку, как смарочное пиво. Фильтр разбирают, вынимают лепешки и дезинфицируют фильтр антиформинном. Дезинфекция проводится в течение 1-2 ч.

Затем антиформин сливают и фильтр тщательно промывают холодной водой. В настоящее время для фильтрации готового пива применяют фильтры с намывом слоя диатомита Ш4-ВФД-33 и Ш4-ВФД-60, состоящие (рис. 6.17) из каркаса, комплекта рам и плит, механизма зажима, насоса подачи нефильтрованного пива, пульта управления и системы регулирования работы фильтра.

Работа такого фильтра начинается после подготовительных операций (сборки пакета плит и рам с установкой между ними перегородок из фильтркартона) с намыва фильтрующего слоя из кизельгура или диа-

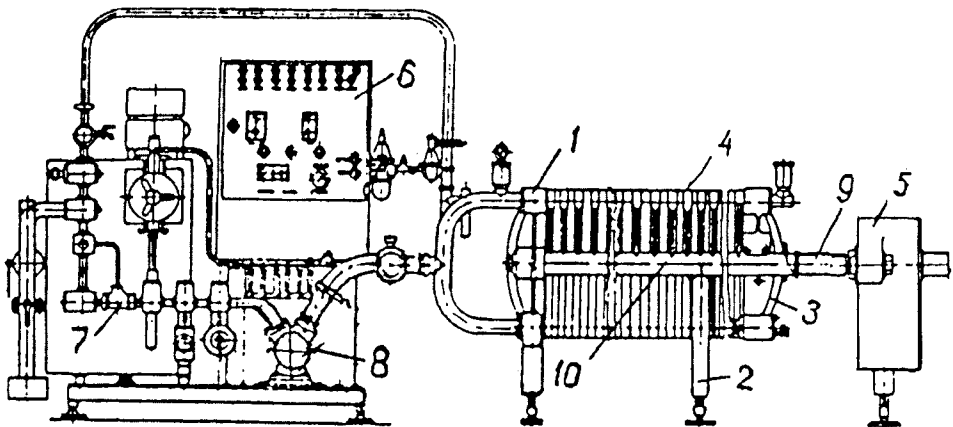


Рис. 6.17. Намывной фильтр Ш4-ВФД-33 (Ш4-ВФД-60):

1 – опорная плита; 2 – каркас; 3 – нажимная плита; 4 – пакет плит и рам; 5 – механизм зажима; 6 – пульт управления; 7 – система коллекторов; 8 – насос; 9 – винт; 10 – балки каркаса.

томита, которые дозируются в струю пива, первые порции пива возвращаются в сборник нефильтрованного пива. После окончания намыва фильтрующего слоя отключают подачу намывного материала и ведут фильтрацию с подачей фильтрованного пива в сборник. Производительность фильтров 800 и 1500 дал/ч при давлении 0,4 Мпа.

Для фильтрации пива через специальные марки фильтр-картона применяется фильтр Ш4-ВФС-25 (рис. 6.18). Его производительность 600 дал/ч при давлении 0,6 Мпа. Фильтр-пресс Ш4-ВФС-25 включает в себя каркас, пакет плит, опорную и нажимную плиты, механизм зажи-

ма. Каркас его образован опорной плитой и траверсой, установленными на специальных регулируемых ножках и соединенными двумя опорными балками, которые прикреплены одним концом к опорной плите, другим – к траверсе фильтра. На опорных балках установлен пакет плит, каждая из которых имеет четыре кольцевых прилива: два рабочих и два холостых. Внутренние полости рабочих приливов сообщаются каналами с полостями плит. Холостые приливы снабжены уплотнениями в форме катушки. При соединении плит в пакет кольцевые приливы образуют четыре коллектора: два входных для подачи нефильтованного продукта и два выходных для сбора фильтрата. При сборке между плитами помещается картон, он служит фильтрующим материалом, а также для герметизации камер фильтра по периметру плит. Нажимная плита используется для герметизации пакета плит, с одной стороны через уплотнения она прилегает к нему, а с другой шарнирно прикреплена к ходовому винту зажимного механизма. В верхней части нажимной и опорной плит установлены фонари с воздушными кранами, в нижней – спускные краны. Механизм зажима размещен в траверсе фильтра, включает в себя ходовой винт с гайкой, шестеренную передачу и червячный редуктор с фланцевым электродвигателем. На траверсе размещен также концевой выключатель, ограничивающий холостой ход зажимной плиты и включающий электродвигатель. Трубопроводы с поворотными

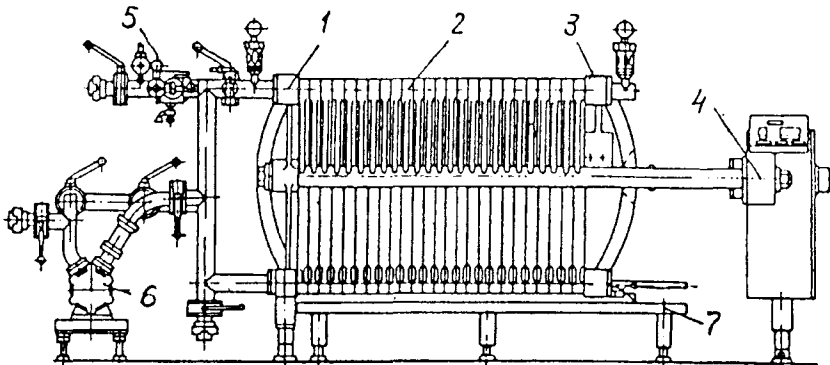


Рис. 6.18. Фильтр-пресс Ш4-ВФС-25:

1 – опорная плита; 2 – пакет плит; 3 – нажимная плита; 4 – механизм зажима; 5 – распределительный коллектор; 6 – насос; 7 – поддон.

затворами, смотровым стеклом с подсветкой, обратным клапаном образуют систему коллекторов, обеспечивающую необходимые соединения фильтра при работе в заданном режиме с входным и выходным трубопроводами. Обратный клапан на нагнетательном трубопроводе, располо-

женный после насоса, препятствует протеканию продукта из фильтра в подводящую магистраль при аварийных ситуациях или неправильных действиях обслуживающего персонала. Смотровое стекло служит для визуального контроля за работой фильтра.

Подаваемый насосом продукт через входные коллекторы попадает в камеры, образованные плитами и фильтровальным картоном. Проходя через картон, он фильтруется, фильтрат по выходным коллекторам отводится из фильтр-пресса. При осветляющем фильтровании осуществляются следующие операции: заполнение водой фильтр-пресса и проверка плотности соединений фильтра, фильтрование, вытеснение продукта воздухом, промывка и санитарная обработка фильтра; при обесплывающем фильтровании – заполнение водой и гидравлическое испытание фильтра, стерилизация его, промывка холодной питьевой водой, вытеснение воды воздухом, фильтрование, вытеснение продукта воздухом, промывка фильтра.

Сепарация пива является одним из высокопроизводительных способов его осветления. Для этой цели в пивоваренной промышленности применяют сепараторы отечественного производства и зарубежных фирм. Одним из таких сепараторов является сепаратор ВСП производительностью 3000-4000 л/ч (рис. 6.19). По конструкции сепаратор тарельчатый, герметически закрытый, работает по схеме кларификатора, т.е. посредством накопления осадка, отделяемого от пива, в грязевом пространстве сепаратора. Удаление осадка производится периодически. Для этого сепаратор разбирают, тщательно промывают водой и дезинфицирующим раствором. Современные сепараторы для осветления продуктов пищевой промышленности выполняются с постоянной выгрузкой осадков через сопла или периодически через щели, открываемые гидравлической системой по установленной программе (сепараторы А1-ВСЕ, А1-ВСЗ, BRPX-412 и др.)

Часто для лучшего осветления пива сепаратор включают в работу совместно с фильтром. Вначале пиво осветляется на сепараторе, а затем поступает на фильтрацию.

6.2.8. Розлив пива

Пиво разливают в стеклянные и пластмассовые бутылки емкостью 0,33-2 л и в металлические банки и бочки емкостью 50-100 л. Последовательность операций при розливе пива в бутылки:

приемка тары и бракераж ⇒ мойка бутылок ⇒ налив пива в бутылки ⇒ укупоривание налитой продукции ⇒ бракераж ⇒

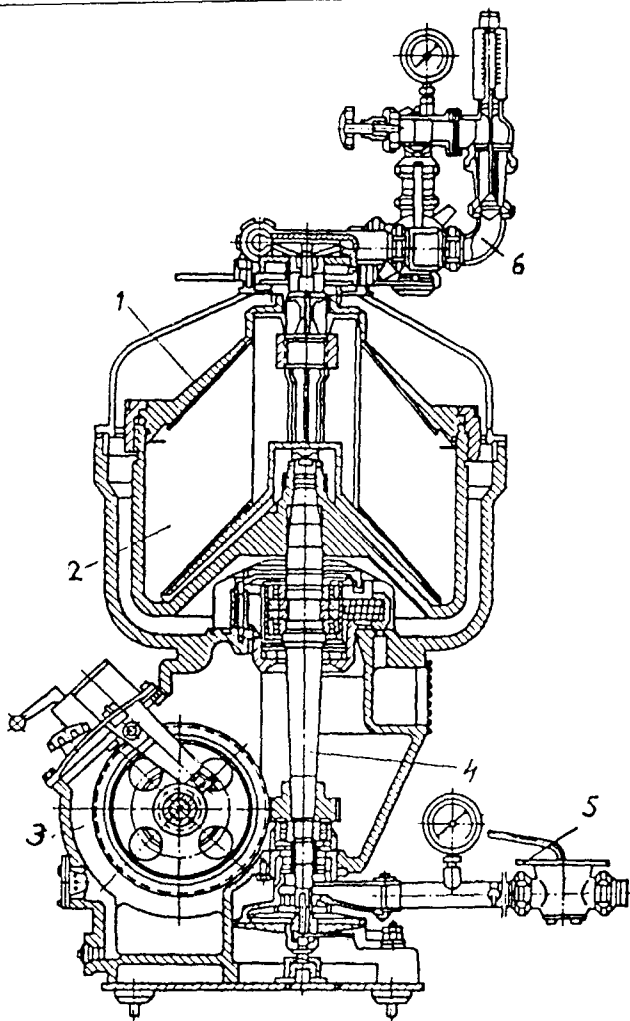


Рис. 6.19. Сепаратор ВСП:

1 – барабан; 2 – пакет тарелок; 3 – привод; 4 – вал барабана; 5 – трубопровод ввода неосветленного пива; 6 – труба вывода осветленного пива.

**этикетировка бутылок ⇒ укладка бутылок в ящики или пакеты
⇒ хранение готовой продукции.**

Розлив и упаковка пива в бутылки производится на автоматических линиях, состоящих из автоматов и машин соединенных между

собой пластинчатыми транспортерами, передающими бутылки от одной машины к другой.

Современные линии комплектуются также автоматами для выемки бутылок из ящиков и укладки их в ящики. В пивоваренной промышленности используются самые различные по производительности линии от 3 до 24 тыс. бутылок в час. На рис. 6.20 изображена современная линия розлива и упаковки пива и безалкогольных продуктов Мелитопольского завода "Продмаш" Б2-БРШ-12 и Б2-БРЭ-12.

Линия предназначена для мойки, фасовки, упаковки бутылок, наклеивания этикеток, инспекции порожних и наполненных бутылок, извлечения и укладки их в ящики, межоперационной транспортировки бутылок и ящиков на заводах по производству пива, безалкогольных напитков и минеральных вод производительностью 12000 бутылок в час. Оборудование располагается в порядке последовательности выполнения технологических операций.

Ящики с порожними бутылками транспортным устройством для их перемещения подаются к машине для извлечения бутылок. Бутылки индивидуальными захватами, установленными на подвижной головке, берутся за горлышко, извлекаются и переносятся на стол машины в виде многоручьевого транспортера. С него бутылки транспортным устройством перемещаются к столу-накопителю моечной машины отмочно-шприцевального типа, а затем механизмом загрузки загружаются в носители машины, где отмачиваются и последовательно шприцуются щелочным раствором, оборотной и водопроводной водой. Вымытые бутылки механизмом выгрузки выгружаются на отводящий транспортер, проходят визуальный контроль на световых экранах, выбраковываются загрязненные, разбитые и с остатком воды. Проверенные бутылки направляются к семиручьевому столу-накопителю и одноручьевым транспортным устройством подаются к фасовочно-укупорочной машине, где заполняются пивом или другим напитком, укупориваются кроненпробками.

Пищевые продукты в бутылки фасуются в барометрических условиях, т.е. наполняются при постоянном давлении в них, равном давлению газа в наджидкостном пространстве резервуара машины. Для насыщения безалкогольных напитков и минеральной воды двуокисью углерода служит сатурационная установка.

Установка для подачи кроненпробок обеспечивает их ориентацию и подачу к укупорочной машине. Укупоренные бутылки транспортным устройством направляются к машине для визуальной инспекции

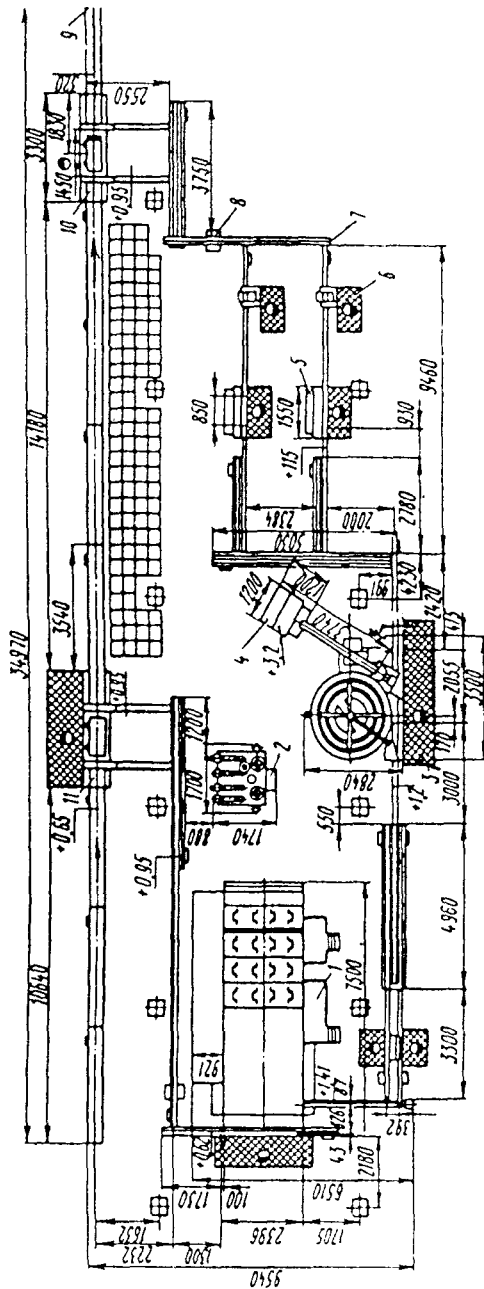


Рис. 6.20. Линия розлива и упаковки пива и других напитков Б2-ВРШ-12:

1 - машина моечная; 2 - установка сатурационная; 3 - машина фасовочно-уклорочная; 4 - установка для подачи кроненпробок; 5 - машина для визуальной инспекции пищевых жидкостей в бутылках; 6 - машина этикетировочная; 7 - устройство транспортное для перемещения бутылок; 8 - датчик счетчика бутылок; 9 - устройство транспортное для перемещения ящиков; 10 - машина для укладки бутылок в ящики; 11 - машина для извлечения бутылок из ящиков.

пищевых жидкостей на наличие посторонних включений, целостность и герметичность, далее – в этикетировочную машину. Шнеком машины бутылки с определенным шагом подаются по касательной к вакуум-барабану, при вращении которого этикетка штемпелюется, смазывается клеем и наклеивается на бутылку.

Ящики с уложенными в них бутылками подаются транспортным устройством для их перемещения.

6.2.9. Карбонизация пива

Карбонизацией называется дополнительное насыщение пива углекислотой. Карбонизацию проводят периодическим способом в закрытой емкости и непрерывным в колонном аппарате-карбонизаторе. Карбонизатор периодического действия представляет собой герметически закрытый сосуд, наполняемый пивом. Сюда вводится диоксид углерода и размешивается с пивом. После выдержки пиво направляют на розлив.

Аппаратом непрерывного действия является карбонизатор колонного типа. Он состоит из латунной колонки, заполненной стеклянными шариками, поддерживаемыми решеткой, медного фильтра и медного сборника. В нижнюю часть колонки вмонтирован барботер для диоксида углерода.

Пиво предварительно охлаждают до 1°С и вводят в нижнюю часть колонки. Одновременно открывают и подачу диоксида углерода. Пиво вместе с СО₂ поднимается вверх, проходит через решетку и попадает в зону, заполненную шариками. Здесь увеличивается поверхность соприкосновения пива с углекислотой, что способствует лучшему насыщению пива. Насыщенное углекислотой пиво поступает в сборник, где выдерживается 4-12 ч и подается на розлив.

6.2.10. Пастеризация пива

Стойкость пива сохраняется в течение 7-8 сут, что затрудняет его транспортировку на большие расстояния. При длительном хранении в пиве развиваются микроорганизмы, в результате чего изменяется вкус и цвет, пиво становится непригодным к употреблению.

Повысить стойкость пива можно пастеризацией. Пастеризация – это нагрев пива до 65-67°С и выдержка при этой температуре 30 мин. При этом большинство вегетативных форм микроорганизмов погибает, а оставшиеся ослабевают и длительное время не могут развиваться.

При пастеризации изменяется цвет и вкус пива. Пиво приобретает привкус печеного хлеба и темнеет. Иногда может появиться небольшая муть вследствие коагуляции белков. Для предохранения пива от выпадения белковых осадков при пастеризации применяют стабилизаторы, представляющие собой протеолитические ферментные препараты. Стабилизаторы добавляют в пиво при дображивании. Под действием протеолитических ферментов высокомолекулярные белки, которые могут скоагулировать, разлагаются и при пастеризации муть не образуется. Стабилизаторы можно применять и без пастеризации. Пастеризация пива может производиться в струе или пластинчатом теплообменнике, где пиво подогревается до 65-67°C и перед поступлением на розлив охлаждается. Разлитое в бутылки пиво пастеризуется в пастеризаторе дождевального типа, где бутылки движутся по конвейеру под струями воды необходимой температуры. При пастеризации стойкость пива значительно повышается и достигает нескольких месяцев.

6.2.11. Качество пива

В настоящее время значительно увеличилось количество сортов, однако их физико-химические показатели находятся в пределах известных ранее типов, приводимых ниже.

Сорта пива различаются между собой не только по цвету, но и химическим составом. В готовом пиве содержится около 90% воды, 0,3-0,4% углекислого газа, 1,5-6% спирта, 3-10% углеводов, азотистых веществ, минеральных веществ, ферментов, витаминов и др. Вещества, содержащиеся в нем, почти полностью усваиваются человеческим организмом. Присутствие углекислоты, небольшого количества алкоголя и горьких веществ улучшает пищеварение. Пиво является вкусным, приятным напитком, который хорошо утоляет жажду и благоприятствует усвоению других питательных веществ.

Кроме физико-химических показателей качество и сорт пива характеризуется органолептическими показателями (цвет, пеностойкость, прозрачность, вкус) и стойкостью. Цвет пива зависит от солода, применяемого при изготовлении сусла, состава производственной воды и способа ведения производственного процесса.

Светлые сорта пива готовятся из светлого солода; в качестве несоложенного сырья применяется ячменная мука или рисовая сечка, которые понижают цветность. Темные сорта пива готовят из светлого и темного солода с добавлением жженого и карамелизованного солодов.

Цветность пива выражают в $см^3$ н. раствора йода, добавленных к 100 $см^3$ сусле.

В табл. 6.6 указаны показатели некоторых сортов готового пива, выпускаемого в настоящее время в Украине и России согласно новых стандартов (ДСТУ-3888-99 в Украине и ГОСТ Р51174-98 в России).

Таблица 6.6

Физико-химические показатели готового пива

Сорт пива	Спирт, % по массе менее	Концентрац ия начального сусла % по	Энергетичес кая ценность, ккал в 100 г
Дон классическое светлое	4,5	12,0	44,1
Дніпро жигулівське	3,7	11,0	42,0
Дніпро "Золотий колос"	3,7	11,0	42,0
Рогань світле традиційне	3,8	11,5	42,0
Рогань "Монастирське" світле	5,7	13,0	49,0
Рогань "Веселий монах" світле	6,9	16,0	47
Сармат "Преміум"	5,0	12,0	45,0
Сармат міцне	7,0	17,0	66,0
Славутич темне	4,5	14,0	54,0
Славутич світле	4,3	11,0	42,0
Славутич хмільне			
Крим світле	3,5	11,0	42,0
Оболонь світле класичне	4,5	11,0	42,0
Оболонь соборне	4,7	11,5	44,1
Очаково оригинальное	5,0	12,0	46,0
Чернігівське світле	3,8	11,0	42,0
Балтика крепкое	8,0	16,5	62,0
Жигулевское	2,8	11,0	42,0
Янтар світле пастеризоване	3,0	11,0	42,0
Ячменный колос	4,0	11,0	42,0
EFES Pilsener светлое	5,0	12,0	48,0
Taller ice светлое пастеризованное	4,4	12,5	49,0
Львівське Преміум	4,7	12,0	45,0

Показателем хорошего качества пива является компактная, стойкая пена. Пеностойкость пива обуславливается качеством солода, соотношением продуктов распада белков в сусле, ведением технологического процесса, содержанием углекислоты в пиве.

Пиво будет иметь пониженную пеностойкость, если при осахаривании затора не было достигнуто правильное соотношение между мальтозой и декстринами, произошел чрезмерный распад белков, для затирания применяли недорастворенный или перерастворенный солод, был нарушен технологический режим при главном брожении и дображивании пива (применение ослабленных дрожжей, чрезмерное сбраживание пива, неправильное шпунтование и др.). Пиво должно обладать чистым вкусом и ароматом, характерным для данного сорта, не иметь посторонних привкусов и запахов. Для светлых сортов пива характерны хмелевая горечь и тонкий хмелевой аромат, темные сорта пива отличаются солодовым вкусом и солодовым ароматом. Отдельные сорта пива характеризуются следующими показателями: умеренная хмелевая горечь, сильно выраженная хмелевая горечь, сильно выраженная хмелевая горечь и хмелевой аромат, резко выраженный хмелевой вкус и аромат, ярко выраженный вкус и аромат темного солода, сладковатый вкус и ярко выраженный солодовый аромат, мягкий вкус и солодовый аромат, сладкий вкус и солодовый аромат.

На вкус и аромат пива влияют качество солода, количество и способ задачи хмеля, жесткость воды, раса дрожжей, режим брожения, продолжительность выдержки в лагерном подвале и др. Все сорта пива, за исключением портера и бархатного, должны быть прозрачными и с блеском; у портера и бархатного допускается легкая опалесценция. Появление мути в пиве может обуславливаться различными причинами. Муть бывает белковая, глютиновая, смоляная, клейстерная, бактериальная.

Белковая муть является причиной неправильного ведения процесса разложения белков при затирании. Для избежания появления такой мути следует применять хорошо растворенные солода, подкисление затора, брожение при низкой температуре и длительную выдержку в лагерном подвале. Глютиновая муть является разновидностью белковой мути. Она появляется при охлаждении пива до 1°C и исчезает при нагревании до $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$. Белковая и глютиновая мути исчезают при подщелачивании пробы пива щелочью. Смоляная муть образуется при плохом выделении хмелевых смол из молодого пива. Появлению ее способствует жесткая вода с большим количеством карбонатов. Обнаруживается при встряхивании раствора этилового эфира и пива. Клейстерная муть появляется при неправильном осахаривании крахмала во время затирания или при фильтрации затора и промывании дробины при температуре выше 80°C . Обнаруживается клейстерная муть йодной пробой.

Появление бактериальной мути объясняется развитием в пиве микроорганизмов (диких дрожжей, уксуснокислых и молочнокислых бактерий, сарцин), которые обнаруживаются в пиве под микроскопом. Борьба с микробами и бактериями ведется с помощью дезинфекции оборудования и помещений, а также соблюдением санитарно-гигиенических условий на производстве.

С прозрачностью пива тесно связана его стойкость, которая определяется числом суток, в течение которых пиво не изменяет своего качества и не мутнеет. Стойкость определяют при 20°C. При этой температуре жигулевское пиво должно сохранять свое качество 7 сут со дня розлива, ленинградское – 10, портер – 17, бархатное – 3, остальные сорта – 8-9 сут. Пастеризованное пиво может храниться до 3 мес. Наибольшее влияние на стойкость пива оказывает развитие инфекции.

Органолептическая оценка пива осуществляется по столбальной системе. Дегустацией проверяется прозрачность, пеностойкость, насыщенность пива углекислотой, вкус, аромат, внешнее оформление. Пиво, получившее оценку 96-100 баллов, считается отличного качества, 90-95 – хорошего качества, 85-89 – удовлетворительного качества, ниже 85 баллов – плохого качества.

6.2.12. Использование отходов пивоваренного производства

К отходам пивоваренного производства относятся солодовая дробина, хмелевая дробина, белковый отстой, остаточные дрожжи, дека и углекислота.

Солодовая дробина. После фильтрации затора остается солодовая дробина. Из 100 кг сухого солода получается 125-135 кг сырой дробины, содержащей 20-25% сухих веществ. В состав дробины (таб. 6.7) входит ряд ценных питательных веществ. Так, в дробине остается около 70% белков и 80% жира, содержащихся в солоде.

Эти вещества делают дробину ценным кормом для животных. Дробина может использоваться для корма в сыром и высушенном виде. Высушенная дробина содержит 11-12% влаги и может храниться длительное время.

Хмелевая дробина. Используется для удобрения. Хмелевая дробина состоит из нерастворившихся при кипячении частей хмеля и свернувшихся белков.

Белковый отстой. Используется в смеси с другими кормами. В состав белкового отстоя входят ценные питательные вещества (белко-

Таблица 6.7.

Средний химический состав солодовой дробины

Дробина	Состав, %					
	Вода	белок	Безазотистые вещества	жир	клетчатка	зола
Сырая	75,0	5,0	11,0	2,0	6,0	1,0
Высушенная	10,5	19,0	38,0	7,5	18,0	7,0

вые вещества, углеводы, минеральные вещества), но хмелевые смолы, частично перешедшие в осадок, придают ему горький вкус, и поэтому в качестве корма для скота отстой используется не в чистом виде, а в смеси с другими кормами. Велись работы по использованию белкового отстоя для кормления рыб (Чехословакия). Средний химический состав белкового отстоя (%): вода – 80,0; белковые вещества – 7,0; клетчатка – 1,2; безазотистые экстрактивные вещества – 7,7; зола – 1,2; хмелевые смолы – 3,3.

Остаточные дрожжи. На 100 л готового пива получается примерно 2 кг жидких дрожжей, из них около 0,8 кг используется в качестве семенных и 1,2 кг – остаточные дрожжи. В состав сухих веществ (14-15%) дрожжей входят азотистые вещества, жир, безазотистые экстрактивные вещества, клетчатка, зола, а также ферменты и витамины В₁, В₂, В₃, Н, Е и провитамин D (эргостерин).

Большинство веществ, входящих в состав дрожжей, легко усваиваются живым организмом. Белковые вещества усваиваются на 90%, жиры – на 70%, углеводы – почти полностью. Таким образом, дрожжи являются высококачественным пищевым продуктом и их используют для пищевых и кормовых целей.

В состав пивных дрожжей входят такие жизненно важные вещества, как витамины. Содержащиеся витамины комплекса В участвуют в регулировке обмена веществ в организме. Дрожжи содержат эргостерин, который под действием ультрафиолетовых лучей превращается в витамин D, предохраняющий молодой организм от заболевания рахитом. В пивных дрожжах содержатся также все основные аминокислоты, необходимые для создания белков, и нуклеотиды, являющиеся основной частью внутренних органов, в частности печени. Благодаря этим качествам дрожжи применяются в медицине и в фармацевтической промышленности.

В пивоваренной промышленности известен способ использования остаточных дрожжей для приготовления сушеных дрожжей. Сушку производят в металлических сушильных барабанах, шкафах или на вальцевых сушилках. Дрожжи, применяемые для лечебных целей, сушат при 35-40°С, чтобы не разрушить ферменты и витамины. Сушка дрожжей для кормовых и пищевых целей производится при более высоких температурах. Хорошо высушенные пивные дрожжи могут храниться длительное время. Для избавления пищевых дрожжей от горечи применяется технология, разработанная для этой цели ВНИИПП. По этому способу из дрожжей удаляют горечь при помощи 1%-ного раствора поваренной соли, затем сепарируют, промывают водой и сушат при 110°С. Сухие дрожжи, полученные по этому способу, содержат 8% воды. Они имеют приятный вкус и содержат белковые и минеральные вещества, витамины группы В и другие ценные вещества; применяются для детского питания и в качестве лечебного препарата.

Углекислота. На каждый декалитр пива можно практически получить 0,15 кг жидкой углекислоты. Углекислый газ собирают в газгольдерах, сжимают трехступенчатым компрессором. Жидкую углекислоту разливают в баллоны. Она используется как в пивоваренном производстве, так и в других отраслях пищевой промышленности.

Литература

1. Общая технология пищевых производств.//Под ред. Назарова Н.И. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981 — С. 162-171.
2. Попов В.И. Оборудование предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — С. 5-198.
3. Слонимер Б.М. Монтаж предприятий пищевой промышленности. Краткое справочное пособие. — М.: Машгиз, 1960. — С. 283-291.
4. Фертман Г.И., Шойхет М.И, Чепелева А.С. Технология броидильных производств. — М.: Высшая школа, 1966. — С. 204-251.
5. Чукмасова М.А., Рудольф В.В. Технология пива и безалкогольных напитков. — М.: Пищевая промышленность, 1971. — С. 246-397.
6. Чукмасова М.А., Шкоп Я.Ф. Технология и оборудование пивоваренного производства. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — С. 246-388.

7. ПРОИЗВОДСТВО ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Основная задача дрожжевого производства заключается в приготовлении дрожжей для хлебопекарной промышленности. Содержащийся в дрожжах комплекс ферментов зимазы вызывает в тесте спиртовое брожение. Поднимающийся при этом углекислый газ поднимает и разрыхляет тесто.

В хлебопечении в качестве разрыхлителей теста применяются прессованные, сухие и жидкие дрожжи, а также хлебные закваски. Жидкие дрожжи и хлебные закваски готовят непосредственно на хлебозаводе.

7.1. Технологическая схема дрожжевого производства

Прессованные дрожжи производят по воздушно-приточному способу. Технологическая схема этого способа состоит из таких основных стадий: 1) подготовка питательной среды, 2) размножение маточных дрожжей, 3) размножение товарных дрожжей, 4) выделение, прессование и упаковка дрожжей.

Основным сырьем для производства дрожжей служит меласса. Из баков-хранилищ мелассу подают в напорный чан 1 и через весы 2 она направляется в осветлительный чан 3 (рис. 7.1). В осветлительном чане мелассу разбавляют до требуемой концентрации, освобождают от коллоидных веществ и других примесей, дезинфицируют и стерилизуют. Мелассу можно также осветлять сепарированием на специальном осадочном сепараторе 5. Перед сепарированием мелассу разбавляют водой в рассиропнике 4. Осветленная меласса поступает в приточные чаны 3а и 5а. Для обогащения мелассы питательными солями в чанах 6 и 7 готовят раствор сернокислого аммония и вытяжку суперфосфата.

Для приготовления маточных дрожжей применяют чистую культуру, которую вначале выращивают в лабораторных, а затем в производственных условиях (в отделении для приготовления чистой культуры 8). Дальнейшее размножение дрожжей осуществляется в дрожжерастительном аппарате генерации А 9, дрожжерастительном аппарате генерации Б 10. Полученные маточные дрожжи выращивают в дрожжерастительном аппарате товарных дрожжей генерации В 11. Для выделения

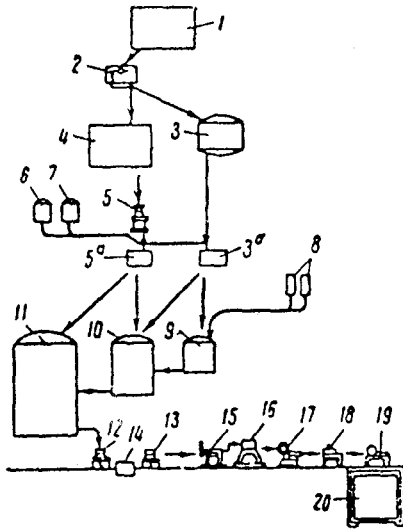


Рис. 7.1. Технологическая схема дрожжевого производства

дрожжей из чанов 9-11 применяют сепараторы 12 и 13. Маточные дрожжи сепарируют, промывают водой, снова сепарируют.

Прессуют и хранят в холодильной камере в виде неформованных дрожжей для выращивания дрожжей последующей генерации. Иногда маточные дрожжи не прессуют, а используют в виде дрожжевой суспензии. Товарные дрожжи отделяют от бражки на сепараторе, промывают водой в чане 14, снова сепарируют для отделения воды и полученное молоко при помощи насоса 15 подают на фильтр-пресс 16, где дрожжи прессуются до влажности 75%. С фильтр-пресса дрожжевая масса поступает в

месильную 17, из нее – в формовочную 18 и оберточную 19 машины, а затем – в холодильную камеру 20, где дрожжи охлаждаются до 0–2°С.

6.2. Теоретические основы размножения дрожжей

Для накопления дрожжевой массы необходимы благоприятные условия, которые заключаются в следующем;

1. В состав питательной среды должны входить такие вещества, которые нужны для построения дрожжевой клетки и выполнения ею жизненных функций.

2. Вещества, которые входят в состав питательной среды, должны находиться в растворенном состоянии, иначе невозможна диффузия их внутрь дрожжевой клетки, концентрация питательных веществ в среде должна быть ниже концентрации протоплазмы клетки.

3. Питательная среда должна непрерывно аэрировать, так как только при доступе кислорода воздуха дрожжи получают энергию, необходимую для их развития.

4. Для размножения и роста дрожжей необходимо создать благоприятные температурные условия и реакцию среды. Оптимальная

температура для размножения дрожжей – 25-30°C. Для дрожжей благоприятна слабокислая реакция среды (рН 4,8-5,8).

Свежие прессованные дрожжи в среднем содержат 75% воды и 25% сухих веществ. В состав сухих веществ входят азотистые вещества, углеводы, минеральные вещества, жир, клетчатка и др. Среднее содержание азотистых веществ 44-47% (на сухое вещество). Большую часть азотистых веществ составляют белки (около 2/3), остальная часть – нуклеиновые соединения, амиды, пептоны и др. Содержание гликогена в период бурного брожения может достигать до 30%. Из минеральных веществ дрожжи содержат калий, кальций, магний, фосфор, железо и другие элементы. Содержание золы в дрожжах 6-8% (на сухое вещество). Помимо перечисленных соединений, дрожжи содержат ферменты и витамины. При использовании дрожжей в хлебопечении особо важное значение имеет активный комплекс ферментов, вызывающих спиртовое брожение. В дрожжах содержатся витамины группы В, никотиновая кислота, пантотеновая кислота, эргостерин. Дрожжи находят применение в фармакологии и медицине.

Питательная среда для выращивания дрожжей полноценна при наличии в ней всех элементов дрожжевой клетки и быть в усвояемой форме. Источником азотистого питания дрожжей могут быть органические и неорганические соединения азота. Особенно хорошо усваивают дрожжи аминокислоты и амиды (аспаргин и глютамин). В результате дезаминирования аминокислот образуется аммиак, который и используется дрожжами. Из неорганических соединений дрожжи хорошо усваивают аммонийные соли, водный раствор аммиака и др. Из углеводов дрожжи усваивают глюкозу, фруктозу, маннозу, галактозу, сахарозу, мальтозу, ксилозу, арабинозу. В анаэробных условиях дрожжи для своего питания используют только сахара. В аэробных условиях дрожжи могут размножаться, усваивая и другие органические вещества, например глицерин, органические кислоты, аспаргин и др.

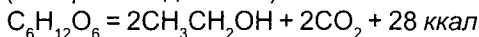
Из минеральных веществ для развития дрожжей необходимы соединения калия, магния, фосфора, железа и др. Особенно важное значение имеет фосфор, который входит в состав многих компонентов дрожжевой клетки, а также играет большую роль в процессе спиртового брожения.

Меласса не является полноценным сырьем для выращивания дрожжей. Она содержит недостаточное количество азотистых и фосфорных соединений. Поэтому к мелассному суслу добавляют в качестве дополнительного питания раствор сернистого аммония, аммиака, суперфосфатную вытяжку, водную вытяжку солодовых ростков.

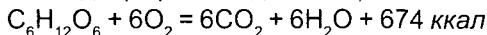
Для нормального питания дрожжей требуются еще и стимуляторы роста, к которым относятся витамины группы В, никотиновая кислота, биотин, инозит, аминокислоты и др. В мелассе содержатся необходимые для роста дрожжей стимуляторы роста.

Питательная среда не может быть полноценной, если она не содержит достаточного количества воды. В воде растворяются питательные вещества, так как только в виде раствора они могут диффундировать через оболочку живой клетки. Достаточное количество воды также требуется для разбавления среды до определенной концентрации. Питательные вещества поступают в микробную клетку нормально только при условии, если концентрация веществ в окружающей среде ниже, чем концентрация протоплазмы клетки. Питательные вещества диффундируют в клетку в виде простейших растворимых соединений (аммиака, аминокислот, сахаров). Внутри клетки происходит синтез, в результате которого образуются вначале простые, а затем и более сложные составные вещества протоплазмы, происходит рост и накопление дрожжевых клеток (биомассы дрожжей). Источником энергии для этого процесса служит аэробное дыхание.

Дрожжи относятся к факультативным анаэробам, их жизнедеятельность возможна в аэробных и анаэробных условиях. Развиваясь без доступа воздуха, дрожжи сбраживают сахар в этиловый спирт и углекислый газ (анаэробное дыхание):



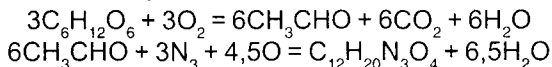
При доступе воздуха происходит полное окисление сахара до углекислого газа и воды (аэробное дыхание)



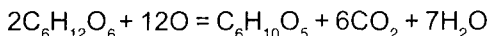
При аэробном дыхании выделяется энергии в 24 раза больше, чем при анаэробном. Эта энергия необходима дрожжам для их жизнедеятельности и размножения.

Для получения необходимой энергии и создания благоприятных условий для накопления дрожжевой массы выращивание дрожжей следует вести при непрерывной аэрации среды. Исходным продуктом при синтезе дрожжевой клеткой безазотистых веществ и белков является сахар.

По теории Эффрона синтез белковых и безазотистых веществ в аэробных условиях происходит таким образом. При разложении сахара образуется промежуточный продукт – ацетальдегид. Последний присоединяет аммиак и образуется аминокислота, при полимеризации молекул которой образуются белки. Суммарно этот процесс можно выразить уравнениями:



Безазотистые вещества синтезируются из промежуточных продуктов распада сахара. Эта реакция в суммарном виде представляется так:



По молекулярным весам исходных и конечных продуктов видно, что на получение 100 г белка расходуется 200 г сахара, а на синтез 100 г безазотистых веществ – 222 г сахара. Если принять, что в сухом веществе дрожжей содержится 55% белков, 37% безазотистых экстрактивных веществ (углеводов и жира) и 8% золы, то для образования 100 г сухого вещества дрожжей необходимо израсходовать следующее количество сахара:

$$55 \cdot 2 + 37 \cdot 2,22 = 192,14 \text{ г.}$$

На основании этих данных рассчитывают выход дрожжей из 100 г сахара (в пересчете на сухое вещество):

$$100 \cdot 100 / 192,14 = 52,04 \text{ г.}$$

Учитывая, что при размножении дрожжей частично происходит спиртовое брожение, спирт (около 5% от количества перерабатываемого сахара) при аэрации уносится с воздухом. Кроме того, в результате обмена вещества 7% синтезированного белка снова выделяется в среду. Учитывая эти поправки, расход сахара на синтез 100 г сухого вещества дрожжей может быть определен по формуле:

$$Q = 2B(1 + 0,07) + 2,2C + 2A,$$

где Q – расход сахара на 100г сухого вещества дрожжей, г;
B – количество белка в сухом веществе дрожжей, %; C – количество безазотистых экстрактивных веществ в сухом веществе дрожжей, %;
A – количество спирта, уносимого с воздухом, %.

Подставив в формулу соответствующие данные, получим:

$$Q = 2 \cdot 55(1 + 0,07) + 2,22 \cdot 37 + 2 \cdot 5 = 209,84 \text{ г.}$$

Теоретический выход сухого вещества дрожжей определяют по формуле:

$$X = 100 \cdot 100 / Q = 100 \cdot 100 / 209,84 = 47,65\%.$$

Практический выход сухого вещества дрожжей из сахара мелассы составляет 40-43%. Наиболее благоприятная температура для размножения дрожжей 25-30°C. С повышением температуры (30-36°C) получают дрожжи невысокой стойкости. При дальнейшем повышении температуры в дрожжах происходит процесс автолиза и размножение прекращается. При 55-60°C в жидкой среде дрожжи отмирают. Понижение температуры ниже 25°C замедляет процесс развития дрожжей.

Благоприятно действует на развитие дрожжей слабокислая реакция. Оптимальное показание pH (4,8-5,8) достигают подкислением мелассы, которое поддерживают в процессе роста дрожжей подачей в дрожже-растительный аппарат растворов сернокислого аммония или аммиака. На скорость размножения дрожжей влияет концентрация суслу: в разбавленной среде дрожжи размножаются лучше, чем в концентрированной. При приготовлении суслу мелассу разбавляют водой в 20-30 раз. Переработка более разбавленной мелассы экономически невыгодна, а качество дрожжей, выращенных в таких средах, понижается.

7.3. Технологические операции производства дрожжей

7.3.1. Подготовка питательной среды

В основном производство хлебопекарных дрожжей ведется на мелассе, основной составной частью которой является сахароза, хорошо усваиваемая дрожжами. В мелассе содержится около 50% сахарозы. Она также содержит около 2% азота и около 0,5% фосфорнокислых солей. Этих веществ для нормальной жизнедеятельности дрожжей недостаточно, поэтому в качестве дополнительного питания применяют суперфосфат, сернокислый аммоний, аммиак, солодовые ростки. Кроме сахара, азотистых, фосфорнокислых и других соединений, необходимых для развития дрожжей, в состав мелассы входят такие вещества, которые не усваиваются дрожжами и, наоборот, вредят их развитию. К ним относятся коллоидные вещества, карамелизованные и гумиобразные продукты, летучие кислоты и бактерии. Для уменьшения содержания этих продуктов мелассу осветляют.

Наиболее распространенными способами осветления являются кислотнo-холодный, кислотнo-горячий и осветление на сепараторах. Сильно зараженная меласса осветляется кислотнo-горячим способом, нормальная – кислотнo-холодным способом.

Осветление мелассы по кислотнo-холодному способу.

Осветление мелассы производится в осветлительном чане, который имеет форму усеченного конуса с мешалкой и барботером для подачи пара и воздуха внутрь. Чан оборудован вытяжной трубой. В осветлительный чан набирают мелассу и воду с таким расчетом, чтобы получить суслу концентрацией 18% сухих веществ. При размешивании осторожно вливают серную кислоту для получения суслу кислотностью 4-6°. Серная кислота способствует лучшему осветлению мелассы, а также

создает реакцию среды, благоприятную для развития бактерий. При дальнейшем размешивании в мелассу вводят расчетные количества суперфосфата и серноокислого аммония. При обработке суперфосфатом удаляются коллоидные вещества. Суперфосфат и серноокислый аммоний являются также источниками дополнительного питания. Перемешивание содержимого в осветлительном чане продолжают 1 ч, после чего сусло отстаивают 8-12 ч. Прозрачное сусло осторожно спускают в приточный чан, откуда оно поступает на размножение дрожжей.

Осветление мелассы по горяче-кислотному способу. При осветлении мелассы этим способом ее, как и при холодно-кислотном способе, смешивают с водой до концентрации 25%, для чего на 1 вес.ч. мелассы добавляют около двух объемов воды. После подкисления серной кислотой сусло нагревают до кипения. При кипячении происходит коагуляция коллоидных веществ и стерилизация мелассы. Расход серной кислоты при этом уменьшается на 1/3 по сравнению с холодно-кислотным способом. Кипячение продолжается 30-60 мин при сильном продувании воздухом. Аэрация способствует удалению летучих кислот, освобождающихся под действием серной кислоты. После окончания кипячения добавляют серноокислый аммоний (50% от всего количества). Остальное количество серноокислого аммония в виде раствора и суперфосфата в виде вытяжки лучше вводить в дрожжерастительный чан при размножении дрожжей. После введения серноокислого аммония сусло отстаивают 7-8 ч и спускают в поточный чан. При переработке дефектной, сильно инфицированной мелассы ее во время осветления дополнительно обрабатывают хлорной известью (0,6-0,8 кг активного хлора на 1 т мелассы).

Осветление мелассы на сепараторах. При осветлении мелассы кислотного-холодным и кислотного-горячим способами осаждение коллоидных и взвешенных частиц происходит очень медленно (8-12 ч), в осадке остается 3-3,5% мелассы. Более эффективным осветлением мелассы является сепарация на специальном сепараторе. Мелассу подают в рассиропник, где ее разбавляют водой в соотношении 1 : 1, а затем направляют в сепаратор. Для этого применяют осадочный сепаратор фирмы де Лаваль, ротор которого вращается с частотой 5000 об/мин. Барабан сепаратора имеет три осадочных цилиндра. Разбавленная меласса поступает вовнутрь барабана, и под действием центробежной силы взвешенные частицы осаждаются на стенках цилиндров, а осветленное сусло отводится из сепаратора. В теплое время года при переработке дефектной мелассы осветленное сусло стерилизуют в стерилизаторе.

Раствор питательных солей готовится отдельно и вместе с осветленным суслom поступает в приточный чан. Для этого в чанок набирают воду из расчета 10 л на 1 кг суперфосфата. При работе мешалки в воду вливают расчетное количество серной кислоты, всыпают суперфосфат и сернокислый аммоний. Полученную смесь размешивают 1 ч, а затем отстаивают 3-4 ч. Прозрачный раствор декантируют в сборник приточного сусла.

7.3.2. Размножение чистой культуры дрожжей

При производстве дрожжей из мелассы выращивают расы № 7Т, № 14 О, № XI ЛБД и др.

Чистую культуру начинают размножать с одной клетки и в первых стадиях процесс ведут в строго стерильных условиях. Процесс размножения чистой культуры дрожжей ведется ступенчато: вначале в лабораторных условиях, затем в отделении чистой культуры в полупроизводственных условиях. Объем питательной среды на каждой ступени увеличивается примерно в 10 раз по сравнению с предыдущей, и постепенно накапливают такое количество маточных дрожжей, которое необходимо для засева большого дрожжерастительного чана. Процесс размножения дрожжей в чистой культуре включает следующие стадии:

Лаборатория	Отделение чистой культуры
1-я стадия	4-я стадия
2-я стадия	5-я стадия
3-я стадия	6-я стадия

Размножение дрожжей в лаборатории. Питательной средой для размножения дрожжей в лаборатории служит сусло плотностью 10-12% сухих веществ, приготовленное из сухого солода. Сусло должно быть стерильным, чтобы посторонние микроорганизмы не мешали получению чистой культуры.

Солодовое сусло наливают в две стерильные подмолодочные колбочки (по 25 см³), закрывают колбы ватными пробками и стерилизуют под давлением 0,5 *ати* в течение 20 мин. После стерилизации сусло выдерживают в темноте при 35°С 1 сутки, и если за это время сусло не помутнеет, оно пригодно для выращивания чистой культуры. Затем из пробирки с чистой культурой переносят при помощи стерильной платиновой петли небольшое количество дрожжей в подмолодочные колбы и ставят их в термостат при 30° С. Выращивают дрожжи 18-20 ч в колбах Пастера, в которых находится по 450 см³ стерильного сусла плотностью

9,5-10%. Дрожжи размножают в колбах Пастера 18-20 ч при 30-31°C и переносят в медные карлсбергские колбы, содержащие по 4,5-5 л стерильного солодового сусла концентрацией 9-10%. Дрожжи в карлсбергских колбах размножают в темноте при 25-30°C в течение 20 ч. Дальнейшее выращивание дрожжей производят в отделении чистой культуры.

Размножение дрожжей в отделении чистой культуры. В отделении чистой культуры происходит дальнейшее накопление дрожжей в малом и большом размножителях, а затем в маточном чане.

Размножители представляют собой медные, луженые внутри цилиндрические сосуды. Объем сусла в малом размножителе 45-95 л, в большом размножителе 450-750 л. Для стерилизации сусла размножитель снабжен змеевиком, через который пропускают пар.

Средой для выращивания дрожжей в малом размножителе служит чистое солодовое сусло или солодовое и меласное сусло (1 : 1) концентрацией 9-10%. Сусло стерилизуют в размножителе пропусканием пара через змеевик два-три раза по 1 ч в сутки. Простерилизованную среду охлаждают до 30°C и пересевают в нее дрожжи из карлсбергской колбы.

Размножение дрожжей продолжается 20 ч. в этот период каждый час в течение 5-10 мин пропускают через аппарат слабой струей стерильный воздух.

В большом размножителе дрожжи выращивают на меласном сусле с добавлением отвара солодовых ростков. Это сусло стерилизуют так же, как и в малом размножителе, после чего охлаждают его до 28-30°C и переносят в него дрожжи из малого размножителя. Во время размножения дрожжей продувают воздух каждый час по 10-15 мин. Размножение дрожжей в большом размножителе продолжается около 16 ч. После этой стадии дрожжи дальше размножаются в маточном чане емкостью 1,5-2 м³.

Средой для выращивания дрожжей в маточном чане служит меласное сусло, содержащее 5% сахара и обогащенное питательными и ростковыми веществами. Сусло стерилизуют, затем охлаждают до 30°C и засевают дрожжами из большого размножителя. В период выращивания дрожжей сусло аэрируют. Процесс размножения дрожжей в маточном чане продолжается около 12 ч. Дальнейшее накопление дрожжей производят в промежуточном чане (7-я стадия). Выход маточных дрожжей после размножения в промежуточном чане составляет 20-24% прессованных дрожжей к количеству переработанной мелассы.

Приготовление естественно чистой культуры дрожжей (ЕЧК). Если на заводе нет условий делать чистую культуру дрожжей,

то можно готовить естественно чистую культуру. Размножают естественно чистую культуру из микробиологически чистых прессованных дрожжей генерации А, не содержащих пленчатых дрожжей. При этом создаются условия, благоприятные для дрожжей и неблагоприятные для посторонних микроорганизмов.

Готовят ЕЧК следующим образом: 5-10 кг прессованных дрожжей генерации А (8-я стадия) разводят в 12-20 л воды. Полученную дрожжевую суспензию подкисляют серной кислотой до 25-50° кислотности и оставляют на 40-60 мин. Вместо серной кислоты к дрожжевой суспензии можно добавить суперфосфатную вытяжку, содержащую 4-5% P_2O_5 в соотношении 1 : 1, и оставить 45-60 мин. Дрожжи, обработанные серной кислотой или суперфосфатной вытяжкой, переносят в мелассное сусло концентрацией 8-10% по сахарометру и оставляют стоять в спокойном состоянии 6-8 ч при 28-30°С. Отбродившие дрожжи переносят в маточный чанок, где размножают так же, как и дрожжи чистой культуры.

7.3.3. Размножение маточных дрожжей генерации А и генерации Б

Дальнейшее выращивание дрожжей ведут в производственных условиях в чане генерации А (8-я стадия). Это стальной чан с крышкой и водяной рубашкой для охлаждения, внутри него расположен барботер для продувания воздуха. Производство дрожжей генерации А ведется по воздушно-приточному способу. Питательной средой служит мелассное сусло, приготовленное по кислотно-горячему способу. Дополнительное питание (суперфосфат, сернокислый аммоний) вводят в мелассу при ее осветлении.

В дрожжерастительный чан генерации А набирают воду и спускают из приточного чана 15% всего сусла. Разбавляют мелассу в 18 раз. Для засева этой стадии служат все дрожжи, полученные в 7-й стадии. Количество их составляет 12-15% по отношению к расходуемой мелассе. Температура при размножении дрожжей поддерживается 28-30°С. После засева маточных дрожжей сразу начинают аэрацию, расходуя при этом 50 м³ воздуха на 1 м³/час среды. Через час, когда дрожжи начнут почковаться, количество воздуха увеличивают до 60 м³, а из приточного чана непрерывной струей начинают подавать сусло. По мере размножения дрожжей приток сусла все время возрастает. Размножение дрожжей продолжается 9 ч, после чего количество воздуха уменьшают в два раза, приток сусла прекращают и дрожжи созревают 1-2 ч. Затем дрожжи отделяют на сепараторе. Отсепарированные и

промытые дрожжи прессуют и хранят в холодильной камере. Выход дрожжей генерации А составляет 60% к массе переработанной мелассы. Эти дрожжи являются семенными для приготовления маточных дрожжей генерации Б.

В чан генерации Б (9-я стадия) набирают воду для разбавления мелассы в 25 раз и спускают из приточного чана 18% мелассного сусла. При 30°C вводят дрожжи генерации А и продувают среду воздухом (60 м³/ч на 1 м³ среды). Через 1 ч, когда начнется размножение дрожжей, количество воздуха увеличивают до 70 м³/ч и вводят сусло. Через 9-10 ч приток сусла прекращают при уменьшении аэрации до 60 м³, после чего их сепарируют и промывают. Эти дрожжи используют в качестве маточных для выращивания товарных дрожжей.

7.3.4. Размножение товарных дрожжей генерации В

Товарные дрожжи (10-я стадия) выращивают в дрожжерастительных чанах. Эти чаны изготавливают из стали или дерева прямоугольной или круглой формы. Чтобы предохранить дрожжи от попадания посторонних микроорганизмов, чаны снабжают крышками. Внутренняя поверхность чанов должна быть гладкой. Железные чаны внутри покрывают кислотоупорным лаком, а деревянные – бакелитовыми лаками.

Для подачи воздуха чаны оборудуют воздухораспределительной системой, которая обеспечивает равномерное по всей площади распределение воздуха. Высота слоя в чане должна быть не менее 3-3,5 м, при общей высоте чана не менее 4-4,5 м. Чаны оборудуются пеногасительными устройствами. Для гашения пены в чан добавляют олеиновую кислоту.

В чисто вымытый и продезинфицированный дрожжерастительный чан набирают воду в количестве, которого должно хватить для разбавления сусла до концентрации 1,0-1,2% (конечное разбавление мелассы 1:30). Из приточного чана спускают 10% сусла и вводят маточные дрожжи генерации Б в количестве 15-30% к массе перерабатываемой мелассы. После ввода дрожжей сусло продувают воздухом, а через час, когда дрожжи начнут почковаться, начинают приток питательной среды и количество воздуха увеличивают до 80 м³/ч на 1 м³ среды. После размножения дрожжи созревают в течение 1 ч при снижении подачи воздуха до 60 м³/ч, а затем поступают на сепаратор. Освобожденный от бражки чан тотчас же моют и дезинфицируют. Полный оборот чана при выращивании товарных дрожжей составляет 12 ч.

7.3.5. Выращивание дрожжей на концентрированном мелассном сусле

Известен способ выращивания дрожжей на концентрированном мелассном сусле. При работе по этому способу мелассу разбавляют в соотношении 1:12 или 1:15, в то время как по обычной схеме это отношение равно 1:30. Для засева применяют более высокую исходную концентрацию маточных дрожжей (в 3-6 раз). Для обеспечения нормального размножения дрожжей среду продувают большим количеством воздуха (100-120 м³/ч воздуха на 1 м³ среды). Проверка этого способа на дрожжевых заводах показала, что съем дрожжей с 1 м³ полезной емкости чана можно увеличить до 15% при нормальном выходе дрожжей.

7.3.6. Полунепрерывный способ выращивания дрожжей

Полунепрерывная, или удлиненная, схема выращивания дрожжей осуществляется по методу отборов. Приготовление маточных дрожжей производится по обычной схеме. Товарные дрожжи размножают в дрожжерастительном чане по удлиненной схеме.

В дрожжерастительный чан набирают питательное сусло и засевают маточные дрожжи в количестве 15% к массе перерабатываемой мелассы. Через 5-6 ч, когда накопится достаточное количество дрожжевых клеток, начинают отбор жидкости из дрожжерастительного чана и подачу в чан питательного сусла. При работе по этой схеме за весь период выращивания дрожжей производится четыре отбора: первый отбор составляет 7% от всего объема жидкости в дрожжерастительном чане, второй отбор – 28%, третий отбор 28%, четвертый отбор – 28%. Промежутки между отборами 3-4 ч. Отобранная из чана жидкость поступает на сепаратор. Во время отбора в дрожжерастительный чан взамен отобранной жидкости вводят приточное сусло. При размножении дрожжей среда непрерывно аэрируется.

Весь цикл выращивания по полунепрерывной схеме составляет 20 ч. Последние 2 ч дрожжи созревают, после чего все содержимое дрожжерастительного чана поступает на сепарирование. Дрожжерастительный чан моют и дезинфицируют. Полный оборот чана составляет 24 ч.

7.3.7. Непрерывное выращивание дрожжей

Технологическая схема непрерывного производства заключается в том, что в дрожжерастительный аппарат непрерывной струей

поступает питательное сусло, а из аппарата непрерывно отводится бражка с дрожжами.

Осветление мелассы также производится непрерывно, горячим способом. Мелассу разбавляют в два раза горячей водой (температура 85-90°C) и вместе с вытяжкой суперфосфата и раствором щелочи подают в смеситель. Одновременно в смеситель поступает вода и меласса разбавляется в пропорции 1:4. В смеситель также подается кислота для нейтрализации сусла до pH 6,8. Из смесителя вся смесь поступает в отстойник непрерывного действия, освобождается от осадка и прозрачное сусло через дозатор подается в дрожжерастительный аппарат.

Выращивание дрожжей производится в двух дрожжерастительных аппаратах: основном аппарате и дображивателе. В основной аппарат подают 30% маточных дрожжей от количества мелассы и разбавленный питательный раствор (разбавление 1:20 к основной мелассе). Вместе с питательным раствором в аппарат непрерывно подают воздух 80 м³/г на 1 м³/ч среды. Из верхней части аппарата непрерывно отводится бражка и поступает в дображиватель. Аэрация среды в дображивателе уменьшается до 20 м³/ч на 1 м³ жидкости. Температура в обоих аппаратах 30-32°C. Зрелая бражка вместе с дрожжами непрерывно выходит из дображивателя на сепаратор. Содержание дрожжей в зрелой бражке составляет около 75% от количества перерабатываемой мелассы.

7.3.8. Выделение, прессование и упаковка дрожжей

После созревания в дрожжерастительном чане дрожжи немедленно отделяют от бражки на дрожжевом сепараторе (рис. 7.2). Сепаратор отечественного производства ВСЖ-2 изготавливается в открытом исполнении. Состоит из станины, приводного механизма и приемно-выводного устройства.

Дрожжевая суспензия по неподвижной центральной трубе приемно-выводного устройства подается во вращающийся барабан и по внутренней полости тарелкодержателя поступает к периферии пакета тарелок. Под действием центробежных сил, возникающих при вращении барабана, здесь осаждается основная часть дрожжевых клеток. Затем суспензия идет в пакет тарелок, на внутренних полостях которых осаждаются оставшиеся дрожжи, сползающие по ним в периферийную сторону барабана. При этом осветленная жидкость оттесняется к центру и по наружным каналам тарелкодержателя направляется в горловину

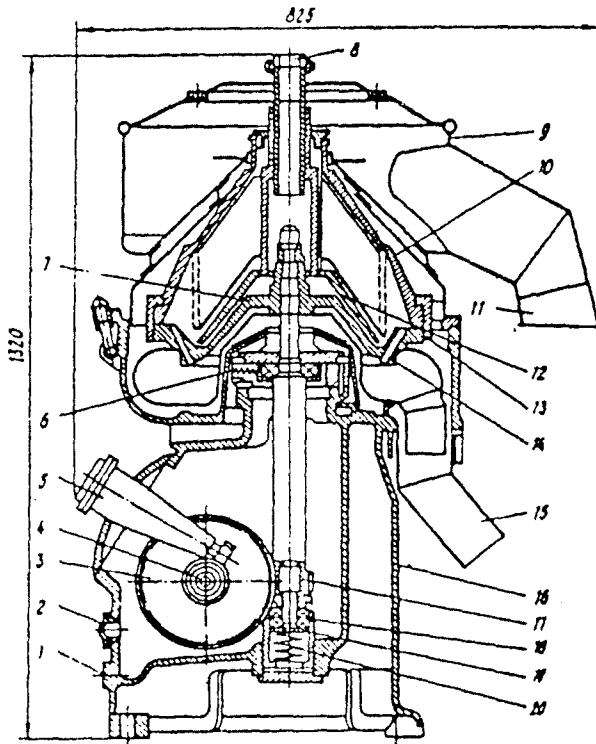


Рис. 7.2. Схема дрожжевого сепаратора ВСЖ-2:

1 – отверстие для слива масла; 2 – маслоуказатели; 3 – зубчатое колесо; 4 – горизонтальный вал; 5 – тахометр; 6 – пружина головного подшипника; 7 – основание барабана; 8 – питающий патрубок; 9 – крышка сепаратора; 10 – крышка барабана; 11 – отводящий патрубок осветленной жидкости; 12 – тарелкодержатель; 13 – затяжное кольцо; 14 – дрожжевая трубка с мунштуками; 15 – отводящий патрубок; 16 – станина; 17 – шестерня; 18 – опорный подшипник; 19 – регулировочная шайба; 20 – пружина опорного подшипника.

крышки барабана, а из нее выбрасывается в выводное устройство. Под действием гидростатического давления дрожжи поступают через мунштук из барабана в кольцевой приемник и в виде сгущенной суспензии выводятся из сепаратора. Производительность сепаратора $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ при частоте вращения 85 об/с .

Дрожжевой концентрат поступает в промывной чан, где его промывают холодной водой для удаления остатков бражки, после чего дрожжи снова поступают на сепарирование. Промывку и сепарирование

повторяют два-три раза, пока дрожжи не будут окончательно освобождены от бражки.

Прессование дрожжей. Промытые и отсепарированные дрожжи насосом подают на фильтр-пресс, где они освобождаются от воды. Фильтр-пресс состоит из чугунных плит и рам (рис. 7.3), установленных на станине. Между рамами и плитами находится хлопчатобумажная ткань. Плиты и рамы плотно сжимаются механизмом зажима. Дрожжевой концентрат подается насосом в фильтр-пресс и заполняет свободное пространство рам. Сквозь фильтрующее полотно проходит вода, которая по желобам стекает в лоток и удаляется из цеха. Дрожжи постепенно накапливаются в рамах в виде плотных лепешек.

По окончании прессования, которое длится от 30 мин до 2 ч, плиты и рамы раздвигают и дрожжи удаляют в ящик, установленный под прессом. После прессования влажность дрожжей составляет 71-74%. По окончании прессования фильтрующую ткань тщательно промывают в специальном моечном барабане сначала холодной, а затем горячей водой.

На некоторых предприятиях для отделения воды от дрожжей, промывки их применяют вакуум-фильтры (рис. 7.4), на которых процесс идет непрерывно. Сначала отделяется вода, затем через слой дрожжей проходит вода, производится отделение промывной воды и выгрузка дрожжей.

Формовка и упаковка прессованных дрожжей. Отпрессованные дрожжи поступают на формовочную машину, которая придает им форму брусков. Формовочная машина состоит из корпуса, в котором смонтирован шнек, подающий дрожжевую массу в прямоугольный бронзовый мундштук, из которого она выходит в виде длинного бруска. Последний разрезается на отдельные брусочки массой 50, 100, 500 и 1000 г при помощи ножа, прикрепленного к подвижной дуге.

Так как при прессовании одни участки дрожжевой массы могут быть более влажными, другие – менее влажными, перед формованием дрожжи размешивают в тестомесильной машине, добавляя, если нужно, небольшое количество воды для получения однородной массы. Если расфасовка дрожжей не производится, то их укладывают в деревянные ящики, трамбуют и направляют в холодильную камеру, где хранят при 2-4°C.

Качество прессованных дрожжей оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям. Дрожжи должны иметь светло-серый цвет, запах свежих дрожжей – характерный “дрожжевой”, слегка напоминающий фруктовый. Консистенция должна быть плотной,

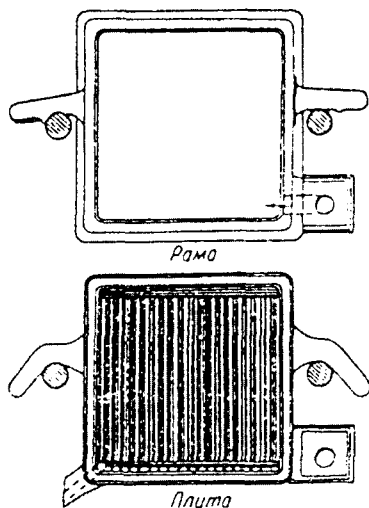


Рис. 7.3. Рама и плита фильтр-пресса.

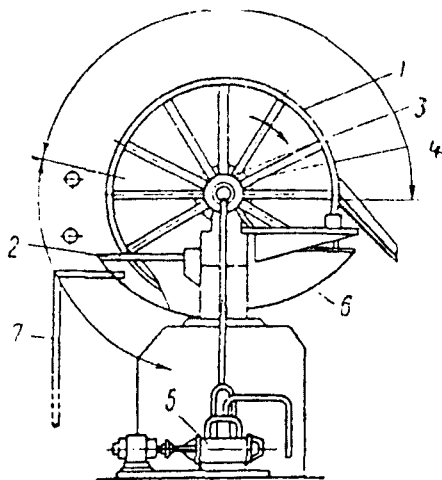


Рис. 7.4. Схема вакуум-фильтра:
1 – барабан; 2 – ткань; 3 – полый вал;
4 – каналы; 5 – вакуум-насос; 6 – ванна;
7 – трубопровод.

дрожжи должны легко ломаться и не мазаться. Согласно стандарту, влажность дрожжей должна быть не более 75%. зольность – не выше 2% и подъемная сила – не более 75 мин. Кислотность дрожжей в день выпуска их заводом должна составлять 120 мг на 100 г дрожжей (в пересчете на уксусную кислоту). Выход прессованных дрожжей составляет 75% и более к массе переработанной мелассы.

7.3.9. Сушка дрожжей

Прессованные дрожжи содержат много воды, белковых веществ, ферментов, поэтому они быстро портятся. В присутствии воды протеолитические ферменты дрожжей разлагают белки. Дрожжи размягчаются, мажутся, теряют свою форму. Этот процесс называется автолизом дрожжей. Кроме того, в присутствии большого количества влаги дрожжи обсеменяются посторонними микроорганизмами. Для длительного хранения и удобства транспортировки дрожжи сушат. Для сушки дрожжей нельзя применять обычные методы сушки при высокой температуре. Во-первых, дрожжи очень чувствительны к высокой температуре, во-вторых, температура 45-50°C благоприятна для действия протео-

литических ферментов, что приводит к автолизу. Сушат дрожжи при 30-40°C. Для сушки дрожжей используют барабанные сушильные шкафы, а также сушилки непрерывного действия. Сушить дрожжи следует осторожно, чтобы не инактивировать ферменты и сохранить подъемную силу. Для ускорения сушки дрожжи вначале измельчают в специальной дрожжеформовочной машине. При этом получается короткая тонкая вермишель, которая высушивается за 3-5 ч.

Известны также сушилки для дрожжей в "кипящем слое", в которых дрожжевая крупка при сушке поддерживается током воздуха во взвешенном состоянии. Начальная температура воздуха 45°C, конечная 30°C. Сушка продолжается 1,5 ч. Цвет сухих дрожжей коричнево-желтый, запах "грибной", влажность должна быть не более 10%, подъемная сила – не более 110 мин, содержание золы – до 10%, кислотность – не более 900 мг на 100г сухих дрожжей (в пересчете на уксусную кислоту).

Литература

1. Новаковская С.С. Справочник технолога дрожжевого производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – С. 3-66.
2. Семихатова Н.М., Чулина Е.П., Ожегова Е.И., Кочкина И.Б. Технология производства сушеных дрожжей. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – С. 84-116.
3. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология бродильных производств. М.: Высшая школа. – 1986. – С. 253-269.

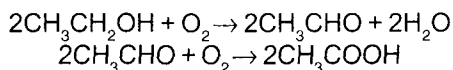
8. ПРОИЗВОДСТВО ПИЩЕВЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

Пищевые органические кислоты используются в ряде отраслей пищевой промышленности (кондитерской, консервной, при производстве безалкогольных напитков и др.) для придания изделиям определенного вкуса. Кроме того, они широко применяются в фармацевтической, химической, текстильной, кожевенной и других отраслях промышленности. В пищевой промышленности наибольшее применение находят лимонная, уксусная и молочная кислоты.

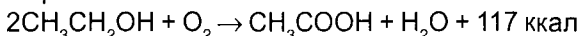
8.1. Производство уксусной кислоты

Уксусную кислоту можно получить брожением и химической обработкой продуктов сухой перегонки дерева. Пищевую уксусную кислоту получают главным образом брожением.

Возбудителем брожения являются уксуснокислые бактерии, которые окисляют этиловый спирт в уксусную кислоту. Процесс окисления этилового спирта в уксусную кислоту проходит в две стадии. Вначале этиловый спирт окисляется в уксусный альдегид, который при дальнейшем окислении превращается в уксусную кислоту:



или суммарно



При производстве используют из многих видов бактерий бактерии Шюценбаха и бактерии курвум.

Для уксуснокислых бактерий благоприятна кислая среда (рН 3,0). Оптимальная температура для бактерий курвум 35-37°C, для бактерий Шюценбаха – 28°C. Уксуснокислое брожение является аэробным процессом, для этого среда продувается воздухом. Для нормальной жизнедеятельности уксуснокислых бактерий и нормального брожения сбраживаемое сусло должно содержать воду, этиловый спирт, уксусную кислоту, а также питательные вещества: сахар, сернокислый аммоний, суперфосфат.

Сырьем для производства уксуса является спирт, получаемый из зерно-картофельного сырья. Уксус, полученный из спирта-сырца, более ароматичный, чем из ректификата, однако непостоянное количество сивушного масла в спирте-сырце приводит к нарушению технологического процесса.

Уксус можно производить двумя основными способами: медленным и скорым; последний может быть периодическим или непрерывным, который и применяется в большинстве случаев.

8.1.1. Непрерывный способ производства уксуса

Брожение протекает в окислительных генераторах (рис. 8.1), которые изготавливаются из дубовой клепки и имеют форму усеченного конуса, обращенного широким основанием вверх. Внутренняя поверхность генератора покрыта пивной смолкой или парафином. На расстоянии 20 см от крышки внутри чана имеется деревянное сито с отверстиями диаметром 3-5 см. Это сито равномерно распределяет вводимое в генератор сусло. На высоте 20-25 см от дна находится дырчатое (ложное) дно, через отверстия которого стекает готовый уксус. В нижней части по окружности чана, непосредственно под ложным дном, находятся отверстия для доступа свежего воздуха. В настоящее время вместо деревянных генераторов применяют стеклянные, эмалированные, керамические, железобетонные с кислотостойким покрытием.

Внутреннее пространство генератора заполняется буковыми стружками. Стружки сверху орошаются суслом, а снизу продуваются воздухом. Свежие стружки, загруженные в генератор, подкисляются уксусной кислотой, чтобы устранить возможность развития посторонних микроорганизмов. Для этого через стружку пропускают уксус концентрацией 9% до тех пор, пока концентрация уксуса в стекающей из генератора кислоты не будет равной концентрации заливаемого уксуса. Вместе с уксусом в чан вводят уксуснокислые бактерии. Продолжительность процесса подкисления составляет 8-10 сут. При этом на подкисление 1 м³ стружки расходуется около 400 л уксуса. После окончания подкисления открывают воздушные отверстия в чане и начинают заливку сусла. В состав сусла входит 3-4%-ный раствор этилового спирта и 6-7%-ный раствор уксусной кислоты. Кроме того, для нормального развития бактерий сусло должно содержать необходимые питательные вещества (углеводы, азотистые, минеральные вещества). Сусло поступает в верхнюю часть генератора и по стружке медленно стекает вниз. Снизу вверх продувается воздух. Уксусные бактерии окисляют спирт в уксусную кислоту и из нижней части чана стекает 9-10%-ный раствор уксуса. В начале брожения заливают сусло, подогретое до необходимой температуры (25-30°С).

Уксуснокислое брожение является экзотермическим процессом: 1 кг безводного спирта при окислении в уксусную кислоту выделяет 2490 ккал тепла. При этом температура сусла повышается и может прекратиться жизнедеятельность уксуснокислых бактерий и брожение. Тепло отводится охлаждением поверхности чанов. Температура для этого в помещении должна быть 18-20°C.

Скорый способ производства уксусной кислоты – типичный непрерывный процесс, при котором один раз заряженный генератор может работать много лет без перемены стружек. Теоретический выход уксусной кислоты составляет 103 кг из 100 л безводного спирта. Практический выход – 73-75 кг из 100 л безводного спирта.

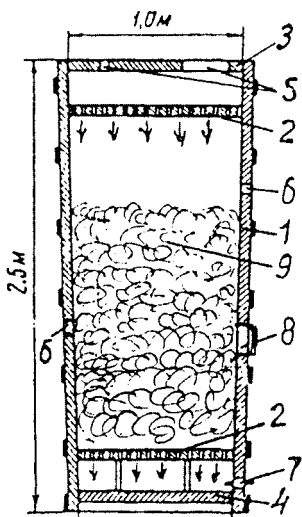


Рис. 8.1. Окислительный генератор:
1 – корпус; 2 – дренажные перегородки; 3 – верхняя крышка; 4 – дно; 5 – люк и отверстие для ввода сырья; 6 – отверстие для подачи воздуха; 7 – отверстие для слива кислоты; 8 – люк-лаз; 9 – стружка.

8.1.2. Циркуляционный способ производства уксуса

При производстве уксуса непрерывным способом сусло через генератор проходит один раз. При этом количество уксусной кислоты в исходном продукте повышается на 3%. При циркуляционном способе сусло опять после первого прохода через генератор возвращается несколько раз до тех пор, пока не будет окислен весь спирт. При этом способе сусло состоит из смеси воды, спирта и питательных веществ без добавления уксуса. Количество питательных веществ увеличивается в два раза по сравнению с непрерывным способом.

Процесс окисления длится 5-6 сут. После окончания окисления спирта весь уксус выкачивается из генератора, а в генератор задается свежее сусло. Между напорным чаном сусла и генератором устанавливается теплообменник, что позволяет поддерживать температуру брожения около 30°C в верхней части генератора, и – 33-34°C в нижней.

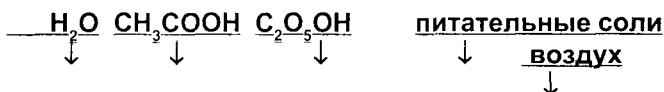
При циркуляционном способе генератор не связан с атмосферой, так как воздух нагнетается компрессором. Это улучшает санитарные условия и уменьшает потери уксуса на испарение. Выход уксуса увеличивается до 85-90 кг из 100 л спирта.

8.1.3. Обработка и розлив уксуса

Полученный уксус осветляют и фильтруют. Осветляют уксус с помощью желатина, рыбьего клея или активного угля. Обработанный уксус отстаивают в течение нескольких суток, затем осветленный уксус осторожно сливают, а оставшийся осадок фильтруют.

Осветленный уксус разливают в дубовые бочки и выдерживают в лагерном отделении не менее двух месяцев. Разливают уксус в бутылки и бочки.

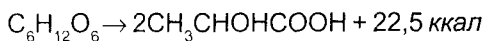
Уксус, полученный в результате брожения, можно сконцентрировать до 70-80%-ной уксусной кислоты. Такая кислота применяется в производстве органических красителей и растворителей, пластических масс, искусственного и синтетического волокна, медикаментов. Производство уксуса непрерывным способом протекает по схеме:



приготовление сусла ⇒ уксуснокислое брожение ⇒ осветление уксуса ⇒ отстаивание ⇒ фильтрация ⇒ выдержка ⇒ розлив уксуса

8.2. Производство молочной кислоты

Биохимический процесс получения молочной кислоты основан на способности молочнокислых бактерий превращать сахар в молочную кислоту:



Возбудителями молочно-кислого брожения являются молочно-кислые бактерии. Для промышленного получения молочной кислоты используют термофильные бактерии Дельбрука. Оптимальная температура

тура для этих бактерий 48-50°C и pH среды 6,3-6,5. Эти бактерии очень чувствительны к высокому содержанию кислоты. При накоплении в бродящей среде молочной кислоты они прекращают брожение и в заторе остается несброженный сахар. Поэтому образующуюся при брожении молочную кислоту нейтрализуют мелом или гашеной известью.

Молочнокислые бактерии хорошо сбраживают глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу, галактозу. Основным сырьем для получения молочной кислоты служит сахар или крахмал, который предварительно осахаривают амилазой или гидролизуют минеральной кислотой, а также меласса и рафинадная патока.

8.2.1. Технологический процесс производства молочной кислоты

Производство молочной кислоты состоит из следующих операций: приготовление затора, молочнокислое брожение, обработка сброженного затора и фильтрация, кристаллизация и расщепление лактата кальция, упаривание молочной кислоты. Если в качестве сырья применяют крахмал, то из него готовят крахмальное молоко концентрацией 11-12%. Приготовленную суспензию перекачивают в гидролизатор, где гидролизуют крахмал до глюкозы при помощи серной кислоты. Можно производить также ферментативный гидролиз крахмала. Для этого применяют ячменный солод или ферментный препарат плесневого гриба *Aspergillus oryzae*.

Кислотный гидролиз крахмала более распространенный. Конец осахаривания контролируется йодной пробой. После осахаривания крахмальный гидролизат нейтрализуют мелом и отстаивают 3-4 ч. При работе на сахаре или мелассе сахарозу предварительно разлагают при помощи серной кислоты до глюкозы и фруктозы, которые лучше усваиваются молочнокислыми бактериями.

В качестве дополнительного питания для молочнокислых бактерий к гидролизату, полученному после гидролиза крахмала или сахарозы, добавляют водную вытяжку из солодовых ростков. Готовое сусло после смешивания с солодовой вытяжкой должно иметь концентрацию сахара 10-12% и слабокислую реакцию. Дополнительно в сусло вносят еще 2% (по отношению к сахару) мела для связывания молочной кислоты, так как молочнокислые бактерии погибают в присутствии даже небольшого количества молочной кислоты.

Готовое сусло нагревают до 70°C и при этой температуре выдерживают 1-1,5 ч для пастеризации, затем охлаждают до 50°C и засевают

чистой культурой молочнокислых бактерий. После засева сусло перекачивают в бродильные чаны (рис. 8.2), где проводится брожение при 50°C в течение 7-10 сут. Для поддержания этой температуры бродильные чаны снабжены медными змеевиками, через которые пропускают холодную воду. Образующуюся в результате брожения молочную кислоту необходимо нейтрализовать, для этого в бродильный чан три-четыре раза в сутки вносят тонкоразмолотый мел и размешивают. Мел во взаимодействии с молочной кислотой образует молочнокислый кальций (лактат кальция):

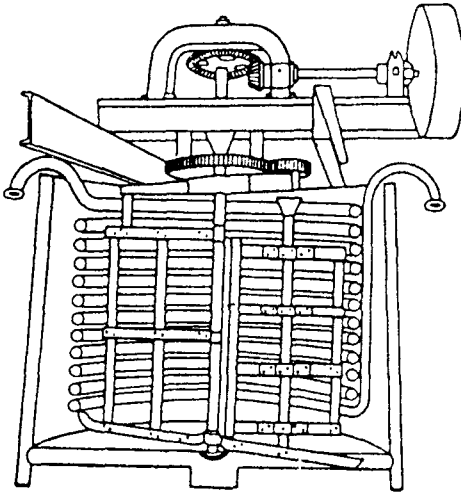
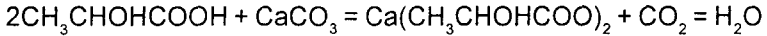


Рис. 8.2. Бродильный чан для молочнокислого брожения.

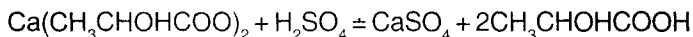
Брожение продолжается 8-9 сут. При нормальном брожении поверхность сусли покрывается мелкой пеной, отсутствует запах летучих кислот, спирта и эфиров. По окончании брожения в сброженной среде содержится 11-14% лактата кальция. Сброженное сусло нагревают в бродильном чане до 80-90°C для умертвления бактерий и свертывания белков и обрабатывают гашеной известью до слабощелочной реакции.

При этом бактерии, свернувшиеся белки, различные соли и другие примеси оседают.

Сусло отстаивают 3-5 ч и в горячем состоянии фильтруют на рамном фильтр-прессе. Прозрачный фильтрат, содержащий 10-15% лактата кальция, поступает в чаны для кристаллизации. Чаны-кристаллизаторы снабжены змеевиками для охлаждения и мешалками. В кристаллизаторах раствор охлаждают до 11-12°C, за 10-16 ч осадок выпадает молочнокислый кальций. Из кристаллизатора масса подается насосом на фильтр-пресс для отделения кристаллов от маточного раствора.

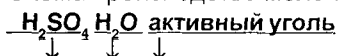
Кристаллизацию проводят также из концентрированных растворов. Для этого полученный после фильтрации раствор лактата кальция

упаривают до концентрации 27-30%, а затем охлаждают до 27-30°C, заливают в кристаллизаторы и выдерживают 36-48 ч. Образовавшиеся кристаллы лактата кальция отделяют от маточного раствора на центрифуге. Маточные и промывные воды после фильтрации и центрифугирования собирают и используют для получения технической молочной кислоты. Кристаллический лактат расплавляют и передают центробежным насосом в расщепительный чан. Здесь под действием серной кислоты при 60-70°C лактат кальция разлагается с образованием молочной кислоты:



В результате разложения лактата кальция образуется так называемая сырая молочная кислота. Она содержит различные примеси и красящие вещества. Для освобождения от примесей (железа, тяжелых металлов) ее обрабатывают желтой кровяной солью и сернистым натрием или сернистым барием, для адсорбции красящих веществ сырую молочную кислоту обрабатывают активным углем. Затем массу фильтруют на фильтр-прессе и получают сырую молочную кислоту 18-20%-ной концентрации. Для повышения концентрации ее упаривают на вакуум-аппарате. Упаривание производят в две ступени: до 50%-ной с последующей очисткой от примесей осветлением активным углем и фильтрацией; упариванием до 80%-ной концентрации с последующей фильтрацией в горячем состоянии. Концентрированная молочная кислота сливается в сборник и поступает на розлив.

Схема производства молочной кислоты

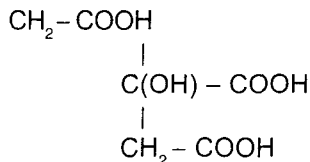


Осветление и инверсия сахарозы ⇒ фильтрация ⇒ приготовление затора ⇒ стерилизация ⇒ охлаждение молочно-кислое брожение ⇒ нагрев и обработка сусла гашеной известью ⇒ фильтрация ⇒ кристаллизация молочнокислого кальция ⇒ фильтрация ⇒ расщепление лактата кальция ⇒ очистка молочной кислоты ⇒ упаривание ⇒ розлив кислоты

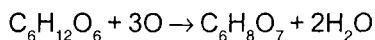
Молочная кислота находит широкое применение не только в пищевой, но и в других отраслях промышленности. Она применяется при изготовлении некоторых пластмасс, применяется в кожевенном производстве, в фармацевтической промышленности, медицине. Большое применение находят соли и эфиры молочной кислоты.

8.3. Производство лимонной кислоты

Лимонная кислота является трехосновной кислотой



Впервые лимонная кислота была получена в 1784 г. Шеелем из сока лимонов. Лимонная кислота содержится также в апельсинах, мандаринах, клюкве, шиповнике, черной смородине и в листьях махорки. Долгое время лимонную кислоту получали из лимонов, затем начали получать из листьев махорки, содержание которой соответственно 9% и 7-8% в пересчете на сухое вещество. Наиболее целесообразным является способ получения лимонной кислоты при помощи плесневых грибов *Аспергиллус нигер*, которые являются возбудителем лимоннокислого брожения сахара. Общую реакцию лимоннокислого брожения можно представить так:



Применяют для выращивания гриба штамм 6/5 гриба *Аспергиллус нигер*. Оптимальная температура для этого гриба 31-37°C. Он устойчив в кислотной среде. Питательный раствор подкисляют соляной кислотой до pH 3-4. В период роста гриба и брожения должен быть обеспечен достаточный доступ воздуха.

Питательная среда для выращивания гриба должна содержать сахара, из которых наилучше усваиваются сахароза и глюкоза. Кроме сахаров в среде должны содержаться азот, калий, фосфор, сера, цинк, железо и магний в виде минеральных солей. Эти вещества необходимы для нормального роста мицелия и активного кислотообразования.

Процесс промышленного получения лимонной кислоты может осуществляться двумя способами: *поверхностным* и *глубинным*. При поверхностном способе питательный раствор располагается тонким слоем, и плесневый гриб развивается на поверхности жидкости. При глубинном способе брожение ведется в глубоких бродильных чанах, плесневый гриб развивается по всей толщине питательного раствора. Для создания аэробных условий питательная среда энергично аэрируется.

Глубинный способ имеет ряд преимуществ перед поверхностным. Он позволяет более рационально использовать производственную площадь, предохранить производство от инфекции, механизировать и автоматизировать производственный процесс.

8.3.1. Поверхностный способ получения лимонной кислоты

Завод лимонной кислоты состоит из трех основных цехов: спорового, бродильного и химического. В споровом цехе происходит размножение чистой культуры плесневого гриба *Аспергиллус нигер*. В бродильном цехе готовят сахарный сироп и сбраживают его в лимонную кислоту. В химическом цехе сброженный раствор подвергают химической обработке для выделения из него кристаллической лимонной кислоты.

Бродильный цех состоит из варочного, стерилизационного, бродильного, мицельного отделений и отделения сборников. В варочном отделении готовят концентрированный 40-50%-ный сахарный сироп. Для этого служит варочный котел, изготовленный из нержавеющей стали и имеющий мешалку и барботер острого пара. В варочный котел набирают водопроводную воду и нагревают ее до 80-90° С пропусканием пара через барботер. В горячую воду засыпают такое количество сахара, чтобы получить 40-50%-ный раствор, и кипятят его в течение 5 мин, после чего перекачивают центробежным насосом в стерилизационное отделение.

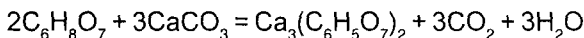
В стерилизатор поступают вместе с сиропом питательные соли. В качестве питания применяют водные растворы хлористого аммония, сернокислых солей и фосфорнокислого калия. После размешивания растворы кипятят 3-5 мин. После кипячения в стерилизатор добавляется холодная вода, которая разбавляет сироп до заданного объема и охлаждает его. Температура сиропа после разбавления должна быть 35-38°С. Затем добавляют крепкую соляную кислоту для подкисления и раствор тщательно перемешивают.

После приготовления питательного раствора его засевают спорами плесневого гриба, выращенного в споровом цехе, из расчета 350-400 тыс. спор на 1 см³ среды. После засева питательный раствор тщательно перемешивают и направляют в бродильное отделение, где разливают по кюветам. Кюветы устанавливают в специальных бродильных камерах, в которых поддерживают температуру 34-36°С. При этой температуре на питательном растворе вырастает пленка гриба. Рост

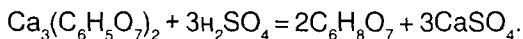
пленки идет 36-48 ч. Когда питательная среда покроеется достаточно зрелой пленкой, раствор из-под нее сливают и заменяют бродильным раствором. Последний отличается от питательного тем, что почти не содержит питательных солей. Сахара в нем 13,5-15%. Из питательных солей в нем содержится только хлористый аммоний, который способствует процессу образования лимонной кислоты.

Под действием плесневого гриба сахар бродильного раствора превращается в лимонную кислоту. Сброженный раствор время от времени сливают из-под пленки в сборники и заменяют свежим бродильным раствором. Такой способ лимоннокислого брожения называют сменным. Он применяется при сбраживании растворов, приготовленных из сахара. Брожение идет при 32°C в течение 14-16 сут. Бродильные растворы меняют 8-12 раз. По окончании брожения сброженный раствор из-под пленки сливают, пленку удаляют с кювет, а камеру моют и стерилизуют.

Сброженные растворы из отделения сборников поступают в химический цех для выделения кристаллической лимонной кислоты. В химическом цехе раствор подается насосом в нейтрализатор и нагревается острым паром до кипения. Кипящий раствор нейтрализуют мелом, и лимонная кислота в виде цитрата кальция выпадает в осадок:



Нерастворимый осадок цитрата кальция отделяется от маточного раствора фильтрацией через нутч-фильтр. В фильтрате остается 5-7% сахара. Фильтрат сгущают и направляют в бродильное отделение. Цитрат кальция обрабатывают серной кислотой. В результате реакции образуется гипс и лимонная кислота



Для осветления полученного раствора, содержащего красящие вещества, в него добавляют активированный уголь в количестве 2% от массы лимонной кислоты. Активный уголь загружают после введения в раствор 95% расчетного количества серной кислоты. После этого реакционную массу нагревают до кипения и кипятят 15 мин. При этом образуется раствор лимонной кислоты и осадок гипса.

Раствор лимонной кислоты отделяют от гипса и других побочных продуктов на фильтрах. После фильтрации раствор упаривают в вакуум-аппарате до концентрации лимонной кислоты 80% вес. Упаренный раствор поступает в кристаллизатор, где после охлаждения до 8-12°C

выкристаллизовывается лимонная кислота. После удаления маточного раствора кристаллы на центрифугах промывают холодной водой и сушат. Сушка производится в камерных сушилках при 35°C. Высушенные кристаллы просеивают на механических ситах и расфасовывают.

Схема производства лимонной кислоты:

Приготовление сахарного сиропа ⇒ стерилизация ⇒ охлаждение ⇒ лимоннокислое брожение ⇒ нейтрализация сброженных растворов ⇒ фильтрация ⇒ разложение цитрата кальция ⇒ осветление лимонной кислоты ⇒ фильтрация ⇒ упаривание в вакуум-аппарате ⇒ кристаллизация лимонной кислоты ⇒ центрифугирование ⇒ сушка ⇒ расфасовка

8.3.2. Получение лимонной кислоты из мелассы

При поверхностном способе получения лимонной кислоты из мелассы процесс можно вести сменным или бессменным методами. При сменном методе плесневый гриб выращивают на обычной питательной среде. Процесс кислотообразования ведут на растворе из мелассы. Для приготовления бродильного раствора мелассу разбавляют до концентрации сахара 13-15%, осветляют активным углем, подкисляют серной кислотой и обрабатывают желтой кровяной солью для осаждения солей железа, которые вредно влияют на процесс кислотообразования. Бродильные растворы поступают в кюветы после выращивания пленки плесневого гриба. Через 2,5-3 суток сброженные мелассные растворы сливаются и заменяются свежеприготовленными.

При бессменном методе ведения процесса рост гриба и кислотообразование происходит в одной и той же среде. Мелассу разбавляют до концентрации сахара 15%. Перед розливом в кюветы в раствор добавляют необходимое количество фосфорной кислоты. Для сбраживания мелассовых заторов применяется специальный штамм гриба *Аспаргиллюс нигер*. Продолжительность брожения 8-10 сут. Сброженные растворы поступают в химический цех для выделения лимонной кислоты.

8.3.3. Глубинный способ получения лимонной кислоты

При получении лимонной кислоты методом глубинных культур выращивание плесневого гриба и лимоннокислое брожение произво-

дится в специальных аппаратах – ферментаторах. Ферментатор (рис. 8.3.) представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд со сферическими дном и крышкой. Внутри ферментатора вмонтированы воздушный барботер, мешалка и змеевик.

Приготовленный меласный затор после стерилизации и охлажденный до 32-33° С вместе с растворами питательных солей поступает в ферментатор. В ферментаторе затор засеивается спорами плесневого гриба и тщательно перемешивается. После этого сразу начинается аэрация среды обеспложенным и кондиционированным воздухом. Перед подачей в ферментатор воздух проходит через угольный фильтр, камеры кондиционирования и бактериальные фильтры. Количество продуваемого воздуха составляет 0,25-0,5 $\text{дм}^3/\text{мин}$ на один дм^3 производственного раствора.

В ферментаторе гриб растет не в виде сплошной пленки, а в виде небольших частичек, равномерно распределенных в жидкости. Брожение ведется при непрерывном перемешивании и аэрации раствора. Этим создаются условия для хорошего контакта мицелия со средой и для аэробного процесса сбраживания сахара. Брожение ведется при 31-32°С. Эта температура поддерживается подачей холодной воды в змеевик ферментатора.

Через 30-36 ч после засева в ферментатор подают постепенно, порциями стерильный раствор мелассы в таком количестве, чтобы общая концентрация сахара составляла 12,5-15% в пересчете на исходный объем питательной среды. Длительность процесса брожения составляет 6-7 сут. Конец брожения определяется по уменьшению титруемой кислотности за последние сутки и по содержанию сахара в сбраживаемом растворе.

Сброженный раствор вместе с мицелием плесневого гриба переводится в запарник, где доводится до кипения при работающей мешалке. Затем жидкость поступает на барабанный вакуум-фильтр для отделения и отмывки мицелия от кислого сброженного раствора. Освобожденный от мицелия кислый раствор вместе с промывными водами поступает в химический цех для выделения лимонной кислоты.

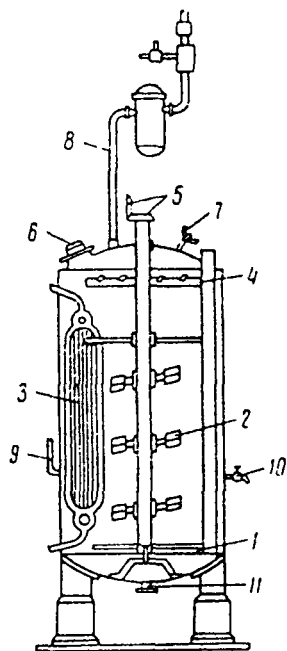


Рис. 8.3. Ферментатор:

1 – барботер; 2 – мешалка; 3 – змеевик; 4 – пеногаситель; 5 – привод; 6 – люк; 7 – штуцер засева; 8 – выхлопная труба; 9 – штуцер для термометра; 10 – пробный кран; 11 – сливной штуцер.

Литература

1. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология бродильных производств. М.: Высшая школа.–1966. – С. 270-281.
2. Силин П.М. Технология сахара. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – С. 478-480.

9. ПРОИЗВОДСТВО ЛИКЕРО-ВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

9.1. Технологическая схема водочного производства

Водкой называется крепкий алкогольный напиток, приготовленный смешиванием этилового ректифицированного спирта и воды с последующей обработкой водно-спиртовой смеси. В СССР выпускали следующие сорта водок: 40%-ная, "московская особая", "столичная", 50%-ная, 56%-ная.

Сорта водки отличаются друг от друга крепостью, т.е. содержанием этилового спирта, качеством применяемого сырого материала – ректифицированного спирта и применяемых некоторых добавок (сахар, уксуснокислый натрий), вносимых для смягчения вкуса и улучшения запаха. 40%-ная водка готовится на спирте-ректификате, все остальные сорта водки – на спирте-ректификате высшей очистки. При приготовлении "московской особой" водки добавляют уксусную кислоту и двууглекислый натрий, из которых образуется уксуснокислый натрий; при приготовлении "столичной" водки вносят сахар.

Производство водки состоит из следующих операций: приемки спирта, подготовки (исправления) воды, приготовления водно-спиртовой смеси (сортировки), фильтрации водно-спиртовой смеси, обработки водно-спиртовой смеси активным углем и повторной фильтрации, доведения водки до стандартной крепости, розлива водки (рис.9.1).

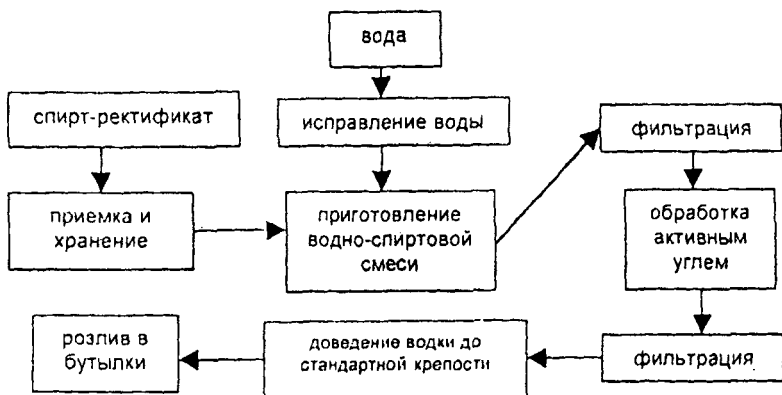


Рис. 9.1. Схема производства водки.

9.1.1. Приемка спирта

Спирт-ректификат принимают по объему, который измеряют коническими (от 250 до 1000 дал) и цилиндрическими (75 дал) мерниками. Одновременно с измерением объема измеряют и крепость спирта, как и в спиртовом производстве. Для приемки спирта на заводах оборудуют спиртоприемные отделения (цехи). Спирт из автоцистерн сливают через нижний штуцер по резиновому шлангу. Из железнодорожных цистерн спирт сливают с помощью насоса или самотеком. Первым способом пользуются только в случае расположения приемных мерников выше уровня железнодорожных цистерн. При расположении приемных мерников ниже уровня железнодорожных цистерн спирт сливают с помощью сифонной установки (рис. 9.2), состоящей из резинового гофрированного шланга, ручного насоса и воронки. Один конец трубы 1, снабженной трубчатым наконечником, погружают в цистерну 2 до дна, а другой соединяют со сливной коммуникацией 3. Открывают краны 4 и 5 и при закрытых кранах 6 и 7 и всех кранах, соединяющих эту коммуникацию с коническим 8 и цилиндрическим 9 мерниками, при помощи насоса 10 или вакуума засасывают спирт из цистерны. Как только в сливной воронке 11 появится спирт, насос останавливают, открывают кран 7 и кран перед коническим мерником, в который должен поступать спирт.

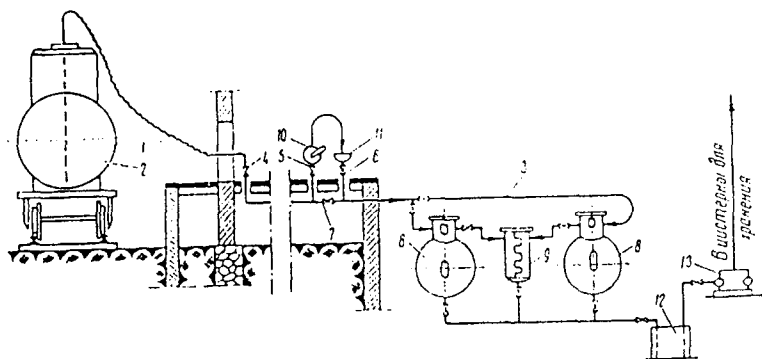


Рис. 9.2. Схема спиртоприемного отделения с сифонной установкой для слива спирта.

Использование установки из трех мерников дает возможность оперативно производить приемку спирта с необходимыми замерами и расчетами. Во время заполнения одного из мерников, со второго спирт

скачивают через приемную емкость 12 с помощью спиртового насоса 13 в цистерны спиртохранилища.

9.1.2. Вода и ее подготовка

Вода должна удовлетворять требованиям питьевой воды, не содержать вредных примесей, должна быть бесцветной, прозрачной, без запаха и быть приятной на вкус. Общая жесткость воды не должна превышать $1,60483 \text{ мг-экв/л}$ ($4,5^\circ$) и временная – $0,35663 \text{ мг-экв/л}$ (1°). Если жесткость воды превышает установленные пределы, то ее исправляют, т.е. умягчают натрийкатионитовым или содово-известковым методом.

Содово-известковый метод применяется редко из-за значительного расхода реагентов и громоздкого оборудования. Натрийкатионитовый метод позволяет получать исправленную воду с минимальной жесткостью $0,07132\text{-}0,178\text{-}30 \text{ мг-экв/л}$ ($0,2\text{-}0,5^\circ$). Катионитовая установка проста по устройству, компактна и удобна в обслуживании. При поступлении воды с большой временной жесткостью применяют комбинированный способ. Обработку сначала ведут содово-известковым методом, а затем натрийкатионированием. Вместо комбинированного метода можно применять метод $\text{Na} - \text{H}$ -катионирования или, пользуясь только натрий катионитовым методом, производить нейтрализацию исправленной воды минеральными кислотами (HCl или H_2SO_4).

9.1.3. Приготовление водно-спиртовой смеси

Приготовление сортировки производят следующим образом. В герметически закрытый чан, называемый сортировочным чаном, набирают из мерников рассчитанное количество спирта соответственно требуемой крепости сортировки, а затем добавляют воду до получения заданного объема сортировки. После добавления в чан воды производят тщательное перемешивание с помощью мешалки или способом перекачивания насосом, или барботированием сжатым воздухом (рис. 9.3). Воздух для перемешивания подается от компрессора или воздуходувки через лучевой барботер с отверстиями диаметром $1,5 \text{ мм}$. Расход воздуха около 1 м^3 на 1 м^2 поперечного сечения чана в минуту. Для улавливания спирта из воздуха, выходящего из сортировочных чанов, должны быть установлены спиртоловушки.

В спиртовом отделении выше чана-смесителя на площадке устанавливают конический и цилиндрический мерники, чанки возвратных продуктов, мерник умягченной воды, чанок для раствора гидрокарбоната

натрия (соды), несколько ниже – насос (во взрывобезопасном исполнении) для перекачки сортировки в напорный чан перед фильтрами.

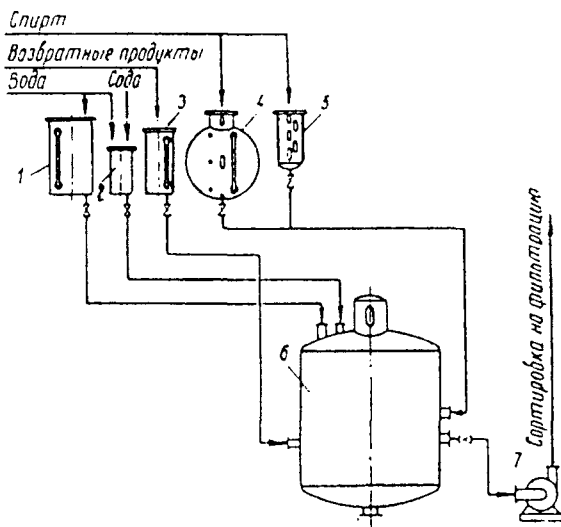


Рис. 9.3. Схема приготовления сортировки периодическим способом: 1 – мерник умягченной воды; 2 – чанок раствора соды; 3 – сборник возвратных продуктов; 4, 5 – мерники спирта; 6 – чан-смеситель; 7 – насос.

Известен способ непрерывного приготовления сортировки. Для этого используют смеситель, в который непрерывно через барботеры вводят воду и спирт при постоянной температуре и напоре, регулируя подачу с помощью кранов. Ниже приведена схема установки для непрерывного автоматизированного приготовления сортировки.

Спирт и умягченная вода соответственно из емкостей 1 и 2 поступают в напорные баки 3 и 4, снабженные поплавковыми регуляторами уровня (рис. 9.4). Потоки спирта и воды измеряются стеклянными ротаметрами (типа РС-2,5Ж и РС-4Ж), регулируются вентилями 23 и 25 и смешиваются в смесителе 9, снабженном коллектором 8, который служит для распределения воды. Соотношение потоков спирта и воды принимают таким, чтобы крепость сортировки после смесителя была на 0,5-1,5% об. выше 40%-ной (1:1,38-1,44). Окончательно ее доводят водой, поступающей из напорного бачка 4 через ротаметр 7 (РС-0,63Ж) и исполнительный механизм 16 в продуктовый трубопровод перед насосом 11. Контроль за работой насоса осуществляется с помощью

технического мановакуумметра 10, а производительность регулируется вентилем 29.

Для определения крепости сортировки и отработки соответствующего пневматического сигнала служит проточный пневматический датчик 14. Отбор сортировки на датчик после насоса производится вентилями 26 и 27 через фильтр-газоотделитель 13. Скорость протекания сортировки измеряется ротаметром 17. Отработанный датчиком плотности суммарный пневматический сигнал поступает в блок контроля и регулирования 15, состоящий из вторичного прибора и пропорционально-интегрального регулятора, и далее на исполнительный механизм 16.

Вторичный прибор снабжен кнопочным устройством для управления работой установки в ручном и автоматическом режиме.

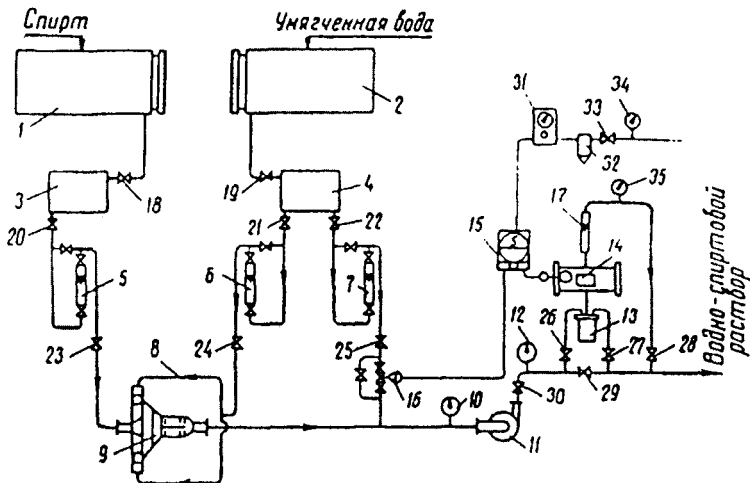


Рис. 9.4. Схема непрерывно действующей установки для приготовления сортировок:

1 – емкость спирта; 2 – емкость умягченной воды; 3 – напорный бак с регулятором уровня спирта; 4 – напорный бак с регулятором уровня воды; 5 – расходомер спирта; 6 – расходомер воды; 7 – расходомер добавочной воды; 8 – коллектор; 9 – смеситель; 10 – мановакуумметр; 11 – центробежный насос; 12, 34, 35 – манометр; 13 – фильтр-газоотделитель; 14 – датчик плотности; 15 – блок контроля и регулирования плотности; 16 – пневматический исполнительный механизм; 17 – расходомер раствора, отбираемого на датчик; 18, 30, 33 – вентили запорные и регулирующие; 19, 20, 21, 22 – запорные вентили; 23, 24, 25 – вентили, регулирующие расход компонентов; 26–29 – вентили, регулирующие отбор газа из сортировки и подачи ее на датчик плотности; 31 – панель дистанционного управления; 32 – фильтр для очистки воздуха.

При возникновении разбалансировки между текущим значением плотности и заданным регулятор блока 15 изменяет выходной пневматический сигнал, обеспечивающий соответствующее изменение положения клапана в исполнительном механизме в сторону выравнивания получаемой крепости с заданной.

Установка для непрерывного приготовления сортировки полностью герметизирована, что снижает потери спирта по сравнению с периодическим способом на 0,03%. Ее компактность позволяет снизить производственную площадь.

9.1.4. Расчет количества спирта и воды для приготовления водно-спиртовой смеси

Количество спирта, необходимое для приготовления сортировки, рассчитывают по формуле :

$$V_{\text{сп}} = \frac{V_{\text{сорт}} \cdot a_{\text{сорт}}}{a_{\text{сп}}}$$

где, $V_{\text{сп}}$ и $V_{\text{сорт}}$ – соответственно объемы спирта и сортировки;
 $a_{\text{сп}}$ и $a_{\text{сорт}}$ – крепости спирта и сортировки;

Пример 1. Сколько потребуется спирта-ректификата крепостью 96,2% об. для приготовления 500 дал сортировки крепостью 40% об.?

$$\frac{500 \cdot 40}{96,2} = 207,9 \text{ дал};$$

Пример 2. Имеется 150 дал сортировки крепостью 40% об. Сколько потребуется добавить спирта-ректификата крепостью 96,2% об. для приготовления 200 дал сортировки крепостью 50% об.?

$$\frac{500 \cdot 40}{96,2} = 207,9 \text{ дал};$$

В имеющейся сортировке содержится безводного спирта :

$$\frac{150 \cdot 40}{100} = 60 \text{ дал};$$

Для приготовления заданной сортировки потребуется безводного спирта :

$$\frac{200 \cdot 50}{100} = 100 \text{ дал};$$

Требуется добавить безводного спирта:

$$100 - 60 = 40 \text{ дал};$$

Для этого потребуется спирта-ректификата:

$$\frac{40 \cdot 100}{96,2} = 41,58 \text{ дал}$$

Количество воды, требующееся для приготовления сортировки, рассчитывают с учетом величины сжатия объема, происходящего при смешивании спирта с водой. Величина сжатия водно-спиртовых смесей приведена в табл. 9.1, вычисленной Г.И. Фертманом для температуры смеси 20°C.

Пример 3. Определить количество воды, необходимое для приготовления сортировки при условиях, изложенных в примере 1.

Согласно табл. 9.1, в 100 дал 96,0%-ного спирта содержится воды 4,985 дал, а в 100 дал 97,0%-ного спирта – 3,780 дал. В 100 дал спирта крепостью 96,2 об. воды будет:

$$4,985 - 0,2 \cdot (4,985 - 3,780) = 4,744 \text{ дал};$$

Для приготовления 500 дал сортировки расходуется, как мы установили, 207,9 дал спирта. В этом количестве спирта содержится воды:

$$\frac{4,744 \cdot 207,9}{100} = 9,86 \text{ дал};$$

По данным той же табл. 9.1, в 100 дал 40%-ной сортировки содержится воды 63,347 дал, следовательно в 500 дал сортировки воды будет:

$$63,347 \cdot 5 = 316,73 \text{ дал};$$

Г.И. Фертманом составлена таблица, в которой указывается количество воды, необходимое для добавления к 100 дал спирта данной крепости для того, чтобы получить сортировку необходимой крепости.

9.1.5. Фильтрация водно-спиртовой смеси

Для освобождения от взвешенных частиц водно-спиртовую смесь фильтруют два раза: до обработки и после обработки активным углем.

В качестве фильтрующего материала используют кварцевый песок. Фильтрацию производят под давлением столба жидкости с помощью песочных фильтров, в которых на сетчатой перегородке, покрытой фильтрующей тканью из фланели или сукна, помещают кварцевый песок.

Величина сжатия при смешивании спирта с водой при температуре 20°C

Содержание в 100 л, смеси, л		Сжатие смеси, л	Содержание в 100 л смеси, л		Сжатие смеси, л
спирта	воды		спирта	воды	
0	100,000	0,000	51	52,662	3,662
1	99,060	0,060	52	51,670	3,670
2	98,123	0,123	53	50,676	3,676
3	97,189	0,189	54	49,679	3,679
4	96,257	0,257	55	48,679	3,679
5	95,328	0,328	56	47,675	3,675
6	94,405	0,405	57	46,670	3,670
7	93,485	0,485	58	45,661	3,661
8	92,568	0,568	59	44,650	3,650
9	91,654	0,654	60	43,637	3,637
10	90,744	0,744	61	42,620	3,620
11	89,833	0,833	62	41,601	3,601
12	88,925	0,925	63	40,579	3,579
13	88,018	1,018	64	39,555	3,555
14	87,114	1,114	65	38,529	3,529
15	86,210	1,210	66	37,500	3,500
16	85,308	1,308	67	36,469	3,469
17	84,409	1,409	68	35,436	3,436
18	83,511	1,511	69	34,399	3,399
19	82,615	1,615	70	33,360	3,360
20	81,719	1,719	71	32,320	3,320
21	80,821	1,821	72	31,278	3,278
22	79,923	1,923	73	30,233	3,233
23	79,022	2,022	74	29,183	3,183
24	78,120	2,120	75	28,132	3,132
25	77,217	2,217	76	27,079	3,079
26	76,312	2,312	77	26,022	3,022
27	75,406	2,406	78	24,961	2,961
28	74,499	2,499	79	23,897	2,897
29	73,587	2,587	80	22,830	2,830
30	72,674	2,674	81	21,760	2,760
31	71,759	2,759	82	20,687	2,687
32	70,841	2,841	83	19,608	2,608
33	69,917	2,917	84	18,525	2,525
34	68,991	2,991	85	17,437	2,437
35	68,059	3,059	86	16,345	2,345
36	67,124	3,124	87	15,247	2,247
37	66,185	3,185	88	14,143	2,143
38	65,242	3,242	89	13,032	2,032
39	64,295	3,295	90	11,912	1,912
40	63,347	3,347	91	10,786	1,786
41	62,395	3,395	92	9,651	1,651
42	61,439	3,439	93	8,506	1,506
43	60,476	3,476	94	7,348	1,348
44	59,511	3,511	95	6,173	1,173
45	58,542	3,542	96	4,985	0,985
46	57,570	3,570	97	3,780	0,780
47	56,596	3,596	98	2,552	0,552
48	55,617	3,617	99	1,293	0,293
49	54,635	3,635	100	0,000	0,000
50	53,650	3,650			

Фильтрация водно-спиртовой смеси происходит под давлением столба жидкости, сортировка поступает на фильтр самотеком из напорного бака, распложенного выше фильтров. По мере увеличения количества профильтрованной жидкости высота слоя осадка на фильтрующем материале увеличивается. Увеличивается сопротивление потоку и снижается скорость фильтрации. Для устранения этого фильтр периодически очищают. Фильтрацию водно-спиртовой смеси через кварцевый песок производят на песочных фильтрах (рис. 9.5).

Песочный фильтр изготавливают из листового меди в виде цилиндрического корпуса 1, луженного внутри, со сферическими днищем 2 и съемной крышкой 3, прикрепленной к фланцу корпуса болтами. Высота фильтра 1100 мм, диаметр 700 мм. С помощью двух съемных луженых перфорированных дисков, покоящихся на прикрепленных к корпусу кольцах, фильтр разделен на три камеры: верхняя и нижняя камеры свободные, средняя заполнена кварцевым песком в два слоя общей высотой 700 мм. В нижнем слое зерна имеют размер от 1 до 3,5 мм, в верхнем – 3,5-5 мм. Перед заполнением песком на нижний диск кладут медный луженый или деревянный обруч, обтянутый фланелью или шинельным сукном. Такие же обручи размещают между слоями песка и над верхним диском. Зазоры между обручами и корпусом фильтра забивают ватным жгутом.

Подлежащая фильтрации сортировка поступает по штуцеру 4 с краном, проходит фильтрующую камеру и по патрубку 5 отводится на обработку активным углем.

Песочные фильтры для фильтрации водки отличаются тем, что изготавливаются из нержавеющей стали, снабжены ротаметром и стеклянным фонарем 6 на выходной трубе. Ротаметром контролируют скорость фильтрации, посредством фонаря – прозрачность водки.

Первые, мутные порции фильтрата возвращают в чан-смеситель. После получения чистого фильтрата фильтрацию ведут со скоростью 0,77 м/ч (30 дал/ч), регулируя ее плавным поворотом наполнительного крана.

После работы фильтра 20-30 сум (скорость при открытом кране становится малой) его выключают для перезарядки.

Известно несколько типов песочных фильтров, которые широко применяются для фильтрации сортировок в ликеро-водочной промышленности. Они разделяются по конструкции на однопоточные и двухпоточные.

В однопоточных песочных фильтрах сортировка подается сверху, а отводится снизу (рис.9.6). Двухпоточный песочный фильтр (рис. 9.7)

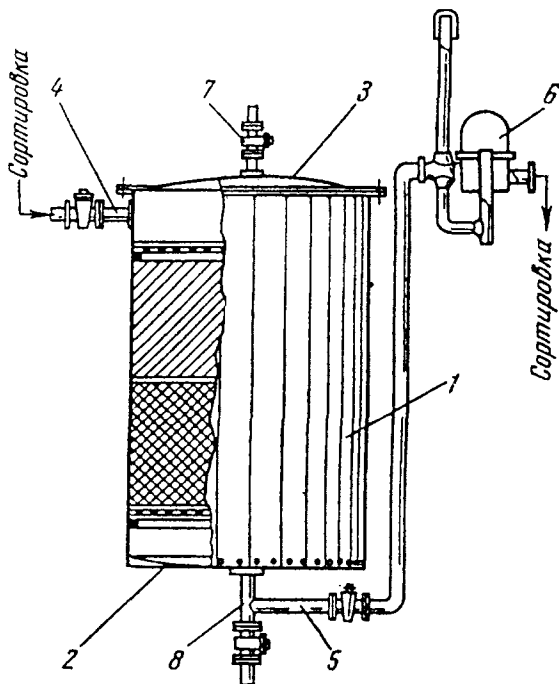


Рис. 9.5. Песочный фильтр с контрольным фонарем:

- 1 – корпус; 2 – дно; 3 – крышка; 4 – штуцер подачи; 5 – патрубок выхода; 6 – фонарь; 7 – кран-воздушник; 8 – штуцер спуска.

дополнительно снабжен трубчатым дренажным устройством, трубы которого обвернуты мелкой сеткой с отверстием 0,2-0,3 мм. Нижний слой песка с зернами 2-3 мм имеет высоту 50 мм, средний с размером зерен 1,5-2 мм – ту же высоту и верхний с зернами размером 0,5-1 мм – высоты 400-600 мм. Дренажное устройство находится посередине этого слоя песка. Сортировка поступает в фильтр снизу и сверху и выводится через дренажную систему. Поток сортировки, идущий снизу, фильтруется сначала через крупные, затем через средние и, наконец через мелкие зерна песка. Верхний поток сортировки фильтруется только через мелкие зерна.

Регенерация песка в однопоточных и двухпоточных фильтрах ведется обратным током воды: сортировки при предварительной фильтрации, водки – при окончательной фильтрации в течение 10-12 мин.

Применяются также керамические фильтры, фильтрующим органом в которых является керамические плитки. Регенерацию керамических плиток производят обработкой соляной кислотой и прокаливанием в муфельной печи при 500-600°C.

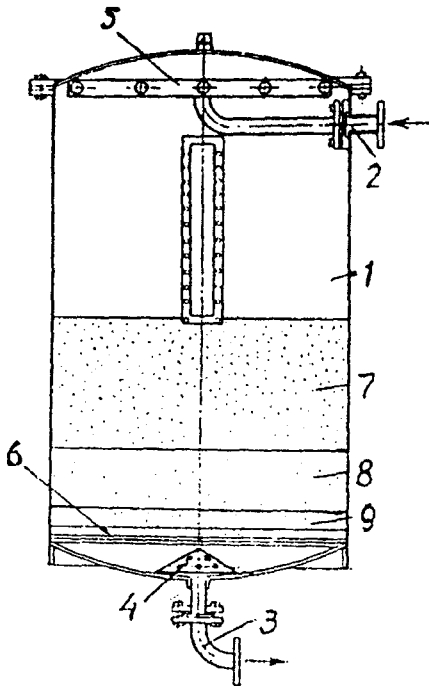


Рис. 9.6 Однопоточный песочный фильтр:

1 – корпус; 2 – штуцер подачи с распределительным устройством; 3 – штуцер отвода; 4 – дренажное устройство; 5 – распределительное устройство; 6 – перегородка; 7 – верхний слой песка, 8 – средний слой; 9 – нижний слой.

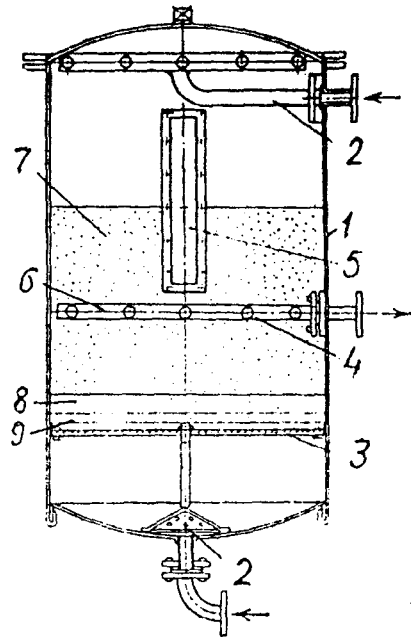


Рис. 9.7. Двухпоточный песочный фильтр:

1 – корпус; 2 – распределительные устройства; 3 – перегородка; 4 – выводной патрубок; 5 – окно; 6 – дренажное устройство; 7 – верхний слой; 8 – средний слой; 9 – нижний слой песка.

9.1.6. Обработка водно-спиртовой смеси активным углем

Для удаления из сортировки примесей, придающих ей неприятный вкус и запах, ее обрабатывают активным углем марки БАУ. Кроме адсорбирования некоторых примесей, активный уголь катализирует реакции окисления спирта и его примесей с образованием органических кислот и их последующую этерификацию, т.е. образование сложных эфиров. Активный уголь загружается в колонки, изготовленные из меди или нержавеющей стали. Сортировку фильтруют снизу вверх через последовательно соединенные угольные колонки.

Регенерация отработанного активного угля. Примеси спирта и воды по мере проведения фильтрации, накапливаясь в порах угля, снижают его поглотительную активность. Колонки обычно пропускают от 15000 до 100000 дал сортировки и более. Периодически необходимо восстанавливать адсорбционную и каталитическую способности отработанного угля. Для этого отработанный уголь регенерируют в колонке водяным паром при 110-130°С. В результате обработки примеси, поглощенные углем, отгоняются.

9.1.7. Фильтрация водки

После обработки активным углем водку фильтруют для отделения мельчайших примесей и получения прозрачного продукта с кристальным блеском. Фильтрацию водки производят в песочных или керамических фильтрах. В последних фильтрующей перегородкой служат керамические плитки с размерами пор 40 м.

9.1.8. Доведение водки до требуемой крепости

Профильтрованная водка поступает в доводные чаны, где ее перемешивают и проверяют крепость. При отклонении крепости водки от стандартной ее доводят до требуемой добавлением спирта или воды. После этого водку направляют на розлив.

9.2. Производство ликеро-наливочных изделий

Ликеро-наливочные изделия – это крепкие алкогольные напитки, содержащие кроме спирта, сахар, лимонную кислоту, ароматические, вкусовые и красящие вещества.

Выпускают более 160 различных ликеро-наливочных изделий, которые, в зависимости от содержания спирта и сахара, разделяют на ликеры, наливки, настойки, десертные напитки и пунши. Количество спирта и сахара в них приведено в таблице.

Ликеры делят на крепкие, десертные и кремы. Крепкие ликеры характеризуются сравнительно высоким содержанием спирта (30-45 об.%) и сахара (32-45 г в 100 см³). Десертные ликеры содержат 25-30 об.% спирта и 35-50 г сахара в 100 см³. Кремы отличаются умеренным содержанием спирта (20-23 об.%) и высоким содержанием сахара (49-60 г в 100 см³).

Количество спирта и сахара в ликеро-наливочных изделиях

	Содержание	
	спирта об. %	сахара в 100 см ³ , г
Ликеры	18-45	32-60
Наливки	18-20	28-40
Настойки	16-45	до 30
Десертные напитки	12	19-30
Пунши	16-17	32-39

Настойки делятся на сладкие, полусладкие, горькие крепкие и горькие слабые. Сладкие настойки содержат 8-30 г сахара в 100 см³, 16-40 об. % спирта; полусладкие – 2-3 г сахара в 100 см³, 25-30 об. % спирта; горькие настойки сахара не содержат; крепкие горькие настойки содержат 40-45 об. % спирта, слабые горькие – 25-30 об. % спирта.



Рис. 9.8. Технологическая схема производства ликеро-наливочных изделий

Химические показатели напитков по группам

Группа напитков	Содержание спирта % об.	Содержание в г/100см ³		
		общего экстракта	сахара	кислот в пересчете на лимонную
Ликеры крепкие	35-45	32-50	32-50	0-0,5
Ликеры десертные	25-30	39-47	35-50	0-0,7
Кремы	20-23	50-60	49-60	0-0,5
Наливки	18-20	29-47	28-40	0,2-1,0
Пунши	15-20	34-43	33-40	0-1,3
Настойки сладкие	16-25	9-32	8-30	0-0,9
Настойки полусладкие	30-40	10-12	9-10	0-0,8
Настойки полусладкие слабоградусные	20-28	5-12	4-10	0-0,8
Настойки горькие слабоградусные	25-28	–	–	–
Напитки десертные	12-16	15-32	14-30	0,2-1,0
Аперитивы	15-35	5-20	4-18	0,2-0,7
Настойки горькие и бальзамы	30-60	–	–	0-0,5

9.3. Сырые материалы ликеро-наливочного производства

Для производства ликеро-наливочных изделий применяют растительное сырье, спирт-ректификат, воду, сахар, эфирные масла, синтетические душистые вещества, красители, лимонную кислоту и другие виды сырья. Для приготовления ликеро-наливочных изделий применяют спирт-ректификат высшей очистки, за исключением горьких настоек, для которых применяют спирт-ректификат. Вода должна удовлетворять тем же требованиям, что и для приготовления водки.

9.3.1. Растительное сырье

Для производства ликеро-наливочных изделий применяют около 100 видов растений, благодаря чему достигается широкий ассортимент и разнообразие изделий. По морфологическим признакам растительное сырье ликеро-наливочного производства подразделяют на шесть групп; некоторые из них в свою очередь делятся на подгруппы (таб. 9.2):

Применяемое растительное сырье также делят на следующие группы: плодово-ягодное, эфирно-масличное, неароматическое. Группу плодово-ягодного сырья составляют все сочные плоды за исключением citrusовых, к эфирно-масличному сырью относят подгруппу citrusовых плодов и другие виды ароматического сырья, к неароматическому – все остальные виды сырья, не содержащие ароматических веществ.

Группы и подгруппы растительного сырья

группа	подгруппа
Сочные плоды	Ягоды, косточковые, семечковые, цитрусовые
Сухие плоды	Односемянные, многосемянные
Травы	Ароматические, неароматические
Корни и корневища	Ароматические, неароматические
Древесная кора	Ароматическая, неароматическая
Цветы	Гвоздика, липовый цвет, ромашка лекарственная

Химический состав растительного сырья разнообразен. Все виды его содержат 80-90% воды, а остальные 10-20% составляют сухие вещества, которые делятся на растворимые и нерастворимые. К нерастворимым сухим веществам относятся крахмал, целлюлоза, протопектин, нерастворимые азотистые вещества, нерастворимые минеральные вещества. Поскольку указанные вещества нерастворимы в воде и в спирте, они не представляют ценности для ликеро-наливочного производства.

Важными для ликеро-наливочного производства являются растворимые сухие вещества. Одни из них содействуют образованию аромата и вкуса изделия и, следовательно, являются наиболее ценными. К ним относятся сахара, органические кислоты, дубильные и красящие вещества, эфирные масла. Некоторые растворимые вещества являются нейтральными, они не улучшают и не ухудшают вкуса и аромата изделий. Третья группа растворимых веществ является вредной, ухудшает качество изделий. К ним относятся растворимые белки и некоторые минеральные соли.

Сочные плоды применяют в ликеро-наливочном производстве в свежем и сушеном виде, остальное сырье – как правило, в сушеном виде.

Свежее плодово-ягодное сырье обычно направляют на переработку. Средний химический состав свежих плодов приведен в таблице 9.3.

Сушеное сырье имеет влажность 12-15%. Его хранят в различной таре: джутовых или бумажных мешках, тюках, картонных коробках, фанерных ящиках, бидонах из алюминия или белой жести, стеклянных банках с притертыми пробками. Срок его хранения до 12 мес.

Переработка свежих плодов и ягод сводится к получению спиртованных соков и морсов, которые обычно вырабатываются на сокоморсовых заводах и затем отгружаются на ликероводочные заводы как полуфабрикаты.

Таблица 9.3

Растительное сырье, применяемое в ликеро-наливочном производстве

Группа или подгруппа	Представители
Ягоды	Брусника, голубика, ежевика, клюква, малина, смородина, клубника
Косточковые плоды	Абрикос, алыча, вишня, кизил, слива
Сухие плоды односемянные	Дубовый желудь, кофе, перец черный
Сухие плоды многосемянные	Ваниль, кардамон, перец стручковый красный
Травы ароматические	Мята курчавая, чай китайский, шалфей лекарственный, полынь горькая
Травы неароматические	Первоцвет весенний, вахта трехлистная
Ароматические корни и корневища	Валериановый корень, имбирь, аир болотный, калган
Неароматические корни и корневища	Солодковый корень, горечавка желтая, горец змеиный
Ароматическая древесная кора	Корица цейлонская, корица китайская
Неароматическая древесная кора	Хинная кора, дубовая кора
Цветы	Гвоздика, липовый цвет, ромашка лекарственная

Таблица 9.4

Средний химический состав свежих плодов (в%)

Плоды	Влага	Экстрактивные вещества	Сахар	Кислоты	Плоды	Влага	Экстрактивные вещества	Сахар	Кислоты
Абрикосы	84	11,0	66,0	1,0	Крыжовник	83	10,5	4,0	1,4
Айва	84	11,0	66,3	1,0	Лимонник	83	6,8	1,0	5,3
Алыча	85	10,0	3,9	2,3	Малина	85	8,0	4,8	1,2
Барбарис	85	10,0	5,4	3,4	Облепиха	85	10,0	4,6	2,9
Брусника	82	9,5	5,0	1,8	Поленика	82	9,5	4,0	1,6
Вишня	84	13,5	7,6	1,3	Рябина	70	17,0	5,5	2,5
Голубика	85	6,5	4,5	1,3	Слива	83	9,6	5,5	2,5
Ежевика	80	6,0	3,0	1,0	Смород. черн.	84	9,6	5,5	2,5
Жимолость	82	8,2	5,0	0,6	Смородина красная	85	8,0	5,6	2,0
Земляника	86	7,0	4,5	1,0	Терн	84	11,8	7,0	1,7
Калина	83	8,5	4,0	2,0	Черника	87	7,0	4,3	1,7
Кизил	85	11,0	5,5	1,6	Яблоки	85	10,7	7,8	0,9
Клюква	86	7,5	3,0	2,4					

В ликеро-наливочном производстве спиртованные соки из свежих плодов и ягод получают прессованием, спиртованные морсы из свежих и сушеных плодов и ягод – способом настаивания. По первому способу сырье измельчают и отпрессовывают сок, который затем консервируют спиртом. По второму способу водно-спиртовой раствор настаивают на сырье (Рис. 9.8а)

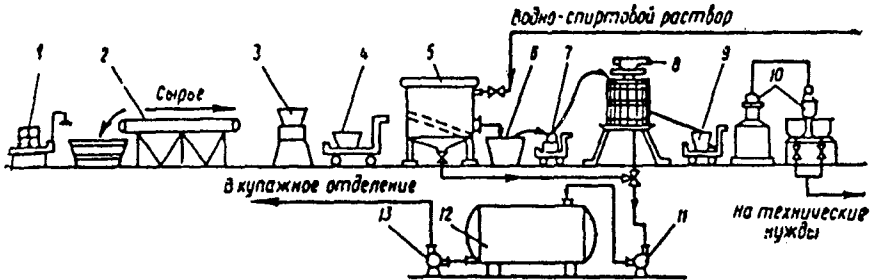


Рис.9.8а. Схема приготовления спиртованных морсов:

1 – весы; 2 – сортировка; 3 – дробилка; 4, 9 – тележки; 5 – настойный чан; 6 - емкость для мезги; 7 – насос; 8 – пресс; 10 – выпарной аппарат; 11, 13 – насосы морса; 12 – сборник.

9.3.2. Основные и вспомогательные материалы

Сахар. Для приготовления ликеров и бесцветных сладких изделий применяют сахар-рафинад или рафинированный сахар-песок, для остальных изделий можно применять сахар-песок.

Сахар-рафинад и рафинированный сахар-песок должны, согласно ГОСТу, содержать не менее 99,9% сахарозы в пересчете на сухое вещество, влажность рафинированного песка не должна быть выше 0,1%, прессованного сахара-рафинада – 0,2%, литого кускового рафинада – 0,3%, литого колотого – 0,4%.

Сахар-рафинад не должен быть подкрашен ультрамарином

Эфирные масла. В состав некоторых ликеро-наливочных изделий входят эфирные масла, которые придают изделиям характерный аромат. В ликеро-наливочном производстве используют 23 вида эфирных масел: апельсиновое, гвоздичное, жасминовое, лимонное, мандариновое, розовое и др. Главной составной частью эфирных масел являются терпены и их кислородсодержащие производные: спирты, альдегиды, кетоны, сложные эфиры.

Эфирные масла почти не растворяются в воде, но хорошо растворимы в обычных органических растворителях: этиловом спирте, этило-

вом эфире, петролейном эфире и др. Действие света, воздуха и влаги вредно отражаются на качестве эфирных масел: они быстро окисляются, осмоляются и изменяют запах. Они должны храниться в хорошо закрытой посуде, в сухом помещении, изолированном от солнечных лучей.

Синтетические душистые вещества. В некоторые ликеро-наливочные изделия входят синтетические душистые вещества: ванилин и пищевые синтетические эссенции. Ванилин представляет собой белое кристаллическое вещество, относящееся к ароматическому ряду органических соединений. В воде ванилин растворяется плохо, хорошо растворим в этиловом спирте.

Пищевыми синтетическими эссенциями называют спиртовые или водно-спиртовые смеси натуральных и синтетических душистых веществ, главным образом сложных эфиров, например масляно-этилового, уксусноизоамилового, муравьиноэтилового. Хранят эссенции не более 6 месяцев в тех же условиях, что и эфирные масла.

Красители. Для придания ликеро-наливочным изделиям необходимой окраски применяют естественные и синтетические красители. Из естественных красителей используют сахарный колер, чернику, кошениль и энораситель, из синтетических – индиго-кармин, тартразин.

Чернику применяют в виде водно-спиртовой вытяжки (черничный морс). Кошениль – это краска животного происхождения кармино-красного цвета, в воде растворяется плохо, хорошо растворяется в щелочных и спиртовых растворах. Энораситель имеет темно-красный цвет и выпускается в жидком виде. Получают его из выжимок красных сортов винограда. Индиго-кармин выпускают в виде порошка или пасты сине-фиолетового цвета, тартразин – в виде порошка оранжево-желтого цвета. Индиго-кармин и тартразин растворимы в воде. В качестве красителя применяют также сахарный колер, получаемый нагреванием сахарного песка при высокой температуре.

Лимонная кислота. Лимонную кислоту прибавляют в ликеро-наливочные изделия для придания им приятного вкуса. Пищевую лимонную кислоту выпускают в виде бесцветных или слегка желтоватых кристаллов.

Коньяк, портвейн, липовый мед применяют для приготовления отдельных видов ликеро-наливочных изделий.

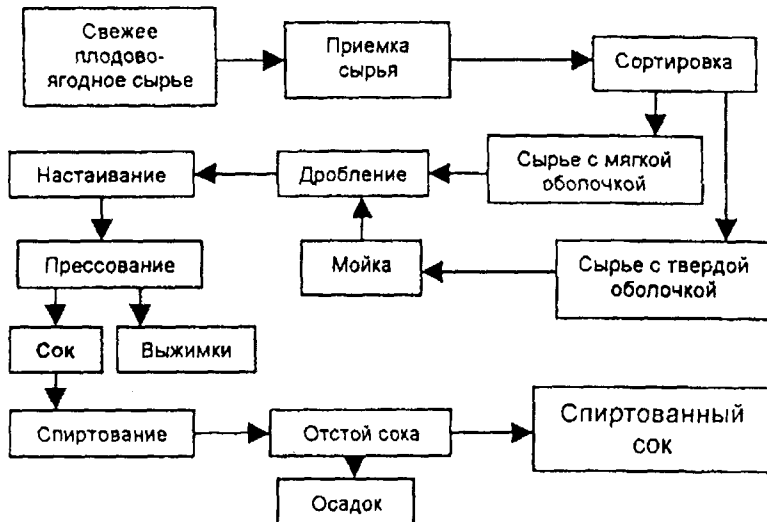


Рис. 9.9. Принципиальная технологическая схема производства спиртованного плодово-ягодного сока

9.3.3. Приготовление спиртованных соков

Приготовление спиртованных соков производится на специальных соко-морсовых заводах. Принципиальная технологическая схема показана на рис. 9.9.

Плодово-ягодное сырье, поступающее для приготовления соков, сортируют для удаления из него примесей и сырья низкого качества. Сырье с твердой кожницей моют водой, с нежной кожницей – не моют. Затем сырье измельчают на дробилках и отжимают сок на прессах. Сок консервируют спиртом-ректификатом, отстаивают, сливают с образовавшегося осадка и хранят в деревянных чанах, бутах или эмалированных резервуарах.

Сортировка и мойка сырья. Сортировку ведут на специальных сортировочных столах или на инспекционных транспортерах при больших объемах производства. При сортировке удаляют примеси, испорченные и незрелые плоды и ягоды. Отсортированное сырье взвешивают и подают для мойки (с твердой корочкой) или прямо на дробление.

В качестве моечных машин применяют душевые и барабанные мойки. Душевая мойка (рис. 9.10) представляет собой ленточный или вибрационный транспортер. Ленту 1 выполняют из проволочной сетки, а вибрационный желоб из перфорированного листа. Транспортер заклю-

чен в кожух 2, снабженный внутри душевыми форсунками 3. Сырье подается в загрузочный бункер 4, проходит под перегородкой 5, с помощью которой регулируют высоту слоя. При движении по транспортеру сырье орошается водой из форсунок и удаляется по лотку 6. Кожух мойки наполнен водой до уровня, показанного на рисунке пунктирной линией. Вода подается по трубе 7 и сливается через патрубок 8. Загрязненную воду периодически спускают, для чего вынимают гильзы из трубы 9. Для лучшего отмывания сырья воду в мойке приводят в движение при помощи мешалки 10.

Барабанная моечная машина (рис.9.11) имеет насаженный на вал барабан 1, набранный из продольных деревянных планок (металлических прутков), с просветами между ними 10 мм, или выполненный из листовой стали с круглыми отверстиями. Барабан до половины погружен в ванну 2, через которую протекает вода. Он имеет небольшой уклон и проводится в движение от электропривода через шкив 3. Сырье загружают в барабан через бункер 4, далее оно перемещается к другому его концу, на котором расположены лопасти 5, поднимающие и выбрасывающие сырье в лоток 6. Загрязненная вода периодически выпускается через лючок 7.

На мойку сырья расходуется 100-150% воды к массе сырья.

Измельчение сырья. Почти все виды плодов и ягод, за исключением клубники, земляники и малины, перед прессованием подвергают механической обработке (дроблению, раздавливанию, резке и т.д.), при которой они как живой организм погибают. При измельчении сырья повреждается только часть клеток, но это вызывает отмирание соседних клеток, что облегчает сокоотдачу. Абрикосы не дробят, а только разламывают пополам для удаления косточек. Яблоки и айву режут на шинковальных машинах или измельчают на центробежных дробилках на кусочки толщиной 2-5 мм, причем из айвы предварительно вырезают сердцевину. Косточковые плоды (вишня, слива), а также ягоды, покрытые плотной кожицей (брусника, клюква), подвергают грубому дроблению.

Дробление осуществляют на вальцевой дробилке (рис.9.12), рабочим органом которой служат два горизонтальных рифленых вальца 1, вращающихся навстречу один другому. Вальцы закрыты съемным кожухом и покоятся в подшипниках, укрепленных на станине 2. Один из валков установлен в неподвижных подшипниках, другой – в подвижных, перемещающихся по горизонтальным направляющим и подпружиненными. Эта конструкция дает возможность регулировать зазор меж-

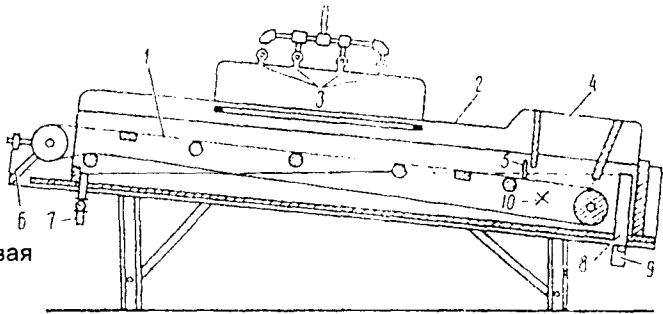


Рис. 9. 10. Душевая
мойка.

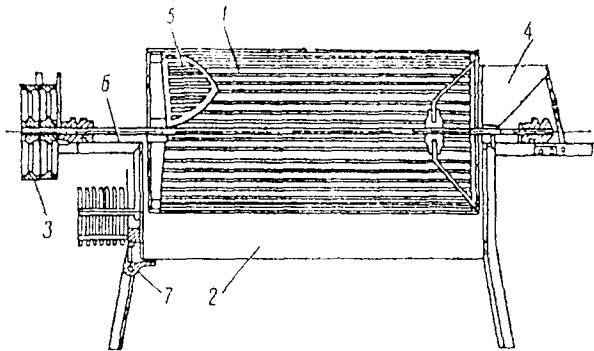


Рис. 9. 11.
Баранная мойка.

ду валками и предохранять дробилку от поломки при попадании твердых предметов.

В верхней части кожуха установлен приемный бункер 3 с решеткой и питающий валик 4. Дробилка приводится в движение через ременную передачу от индивидуального электродвигателя. Производительность дробилки – 1-1,5 т/ч.

Для дробления айвы, яблок, а также вишни, слив, абрикосов, алычи и кизила можно пользоваться дисковой дробилкой (центробежной). Рабочим органом дробилки служит горизонтальный диск 1 (рис. 9. 13) с закрепленными на нем стальными прямоугольными шипами 2 размером 4x4 мм, выступающими на 6 мм. Вблизи от шипов по периферии диска прорезаны отверстия диаметром 10 мм.

В центре проходит вертикальный стальной валик 3, на верхнем конце которого закреплен контрнож 4, напоминающий по форме виток шнека. Контрнож доходит до середины диска, его назначение – регулировать подачу и прижимать сырье. Между диском и контрножом оставляется зазор в 1-2 мм. Вертикальный валик дробилки получает вращение от горизонтального валика через конические шестерни 5.

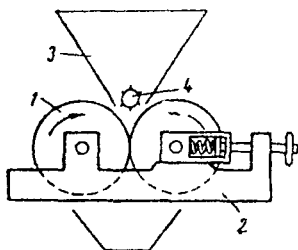
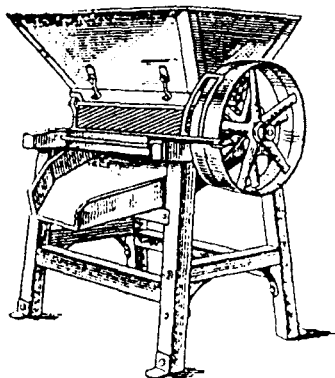


Рис. 9.12 . Вальцовая дробилка.

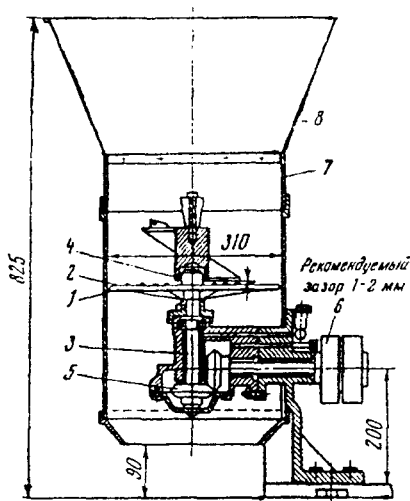


Рис. 9.13. Дисковая дробилка.

Горизонтальный валик соединен с электроприводом (на рис. не показан) эластичной муфтой 6. Приводной и дробильный механизмы закрыты алюминиевым прямоугольным кожухом 7 с бункером 8 для загрузки сырья и нижним отверстием для выгрузки дробленой массы.

Средняя производительность дисковой дробилки 2 т/ч. Частота вращения диска 1000 об/мин.

Измельченная плодово-ягодная масса (мезга) из дробилки поступает в сокостекатель-торпан, представляющий собой деревянный чанок, в котором установлено ложное дно, набранное из дубовых планок трапецидальной формы с зазором 10-15 мм. Ложное дно обтягивают мешковиной редкой фактуры.

Сок-самотек стекает и фильтруется через ложное дно, попадая в пространство между ложным и основным дном, откуда его направляют в смеситель для спиртования.

Современные крупные соко-морсовые заводы оборудуются линиями, в которых применяют шнековые стекатели или камерные стека-

тели-настойники. Применение стекателей перед прессованием мезги позволяет увеличить производительность прессов и выход сока.

Выдержка мезги. Выход сока из мезги зависит от количества и состояния пектиновых веществ в плодах. При небольшом их содержании (вишня) или присутствии в виде нерастворимого протопектина (яблоки) сок отделяется полнее. Плоды, богатые растворимым пектином (сливы, абрикосы, алыча, черная смородина, кизил, айва) отдадут меньше сока. Кроме того, полученные из них соки, за исключением черно-смородинового, мутны и не поддаются фильтрации.

Мезгу из яблок и вишни после отделения сока-самотека немедленно подвергают прессованию, мезгу из остальных видов сырья выдерживают в торпанах или стекателях-настойниках определенное время, что дает возможность под действием ферментов преобразовать растворимые пектиновые соединения в нерастворимые и гидролизовать стенки клеток. Температуру при настое поддерживают 20°С, так как повышение температуры может вызвать быстрое развитие дрожжей, плесеней и других микроорганизмов.

Мезгу из малины и земляники выдерживают 2-3 ч, из черной смородины 6-8 ч, из слив, абрикосов, алычи и кизила 12-15 ч.

Так как пектолитических ферментов в свежей мезге содержится мало и они мало активны, в настоящее время разработаны способы обработки мезги ферментными препаратами, полученными из плесневых грибов (пектовамарин П10Х). Продолжительность ферментации с помощью ферментных препаратов 2-4 ч при температуре 18-25°С.

Прессование мезги. Мезгу, от которой отделен сок-самотек, прессуют на прессах различных конструкций. Пресса бывают периодического и непрерывного действия.

Наиболее простыми по конструкции являются прессы периодического действия корзиночные с винтовым или гидравлическим зажимом.

Пресс с винтовым зажимом (рис. 9.14) состоит из неподвижной платформы – чугунной чаши 1, покрытой изнутри кислотоупорным лаком или эмалью и опирающейся на три-четыре ножки; вертикального стального винта 2, стационарно закрепленного в центре платформы; съемной деревянной корзины 3 цилиндрической формы, в которую загружают мезгу; прессующего механизма 4 с неподвижной стальной плитой 5, дубовых брусков 6 и плотной крышки 7 из дубовых досок, подкладываемой под прессующие бруски; дренажной решетки 8 из дубовых планок, прикрепляемой к чаше прессы.

Ответственной деталью винтового прессы является прессующий механизм (рис. 9.15). Прессующий механизм выполнен в форме гайки

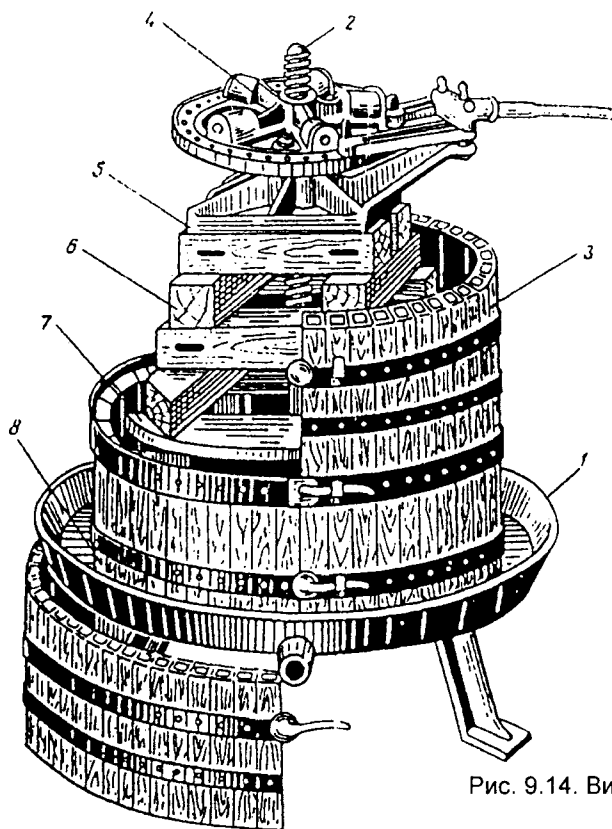


Рис. 9.14. Винтовой пресс.

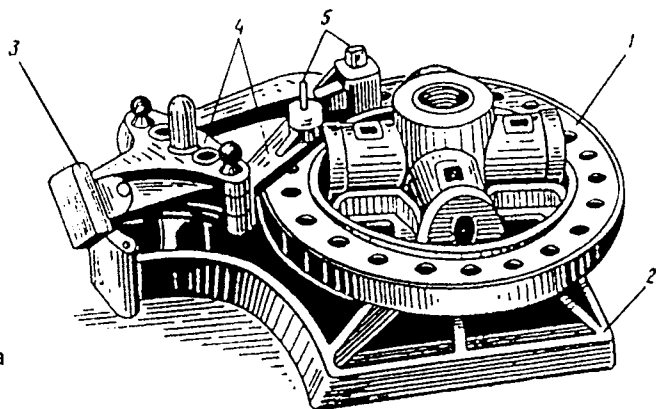


Рис. 9.15.
Прессующий
механизм
винтового прессы

1 с отверстием в центре и резьбой. По окружности диска гайки расположены отверстия, а в его нижней части с помощью специальных приливов прикреплена стальная пята 2, к которой привинчивается плоская дубовая доска, передающая давление на бруски и прессующую крышку. Вращательное движение гайки по винту пресса осуществляется шарнирно-поворотным рычагом 3 с двумя шатунами 4, которые соединены с гайкой свободно вынимаемыми стальными клиньями 5, имеющими скошенные в одном направлении (под углом 45°) концы. При передвижении рычага на определенный шаг по окружности диска клин одного из шатунов находится в гнезде диска и вращает гайку по винту, в то время как клин второго шатуна скользит по диску, пока не попадет в ближайшее гнездо. При обратном ходе рычага первый клин выходит из гнезда, а второй передвигает гайку. Для перемены направления вращения гайки по винту после окончания прессования клинья вынимают из гнезд и устанавливают срезам в обратном направлении.

Механизмы для подачи прессующей головки могут быть с приводом от электродвигателя, с ручным или механическим гидравлическим приводом. Гидравлические приводы бывают с нижним или верхним давлением.

Выход натурального сока при отжиме зависит от строения ткани сырья и подготовки мезги к прессованию (таб. 9.6).

Таблица 9.6

Выход натурального сока (в %) к массе плодово-ягодного сырья

Сырье	выход, %	Сырье	выход, %
Абрикосы	60-65	Клюква	70-73
Айва	55-62	Крыжовник	55-65
Алыча	70-75	Лимонник	65-70
Барбарис	50-55	Малина	60-70
Брусника	65-70	Облепиха	60-65
Вишня	70-75	Сливы	70-75
Голубика	65-70	Смородина черная	60-70
Ежевика	60-65	Смородина красная	65-70
Жимолость	50-53	Терн	60-65
Земляника	70-75	Черника	65-70
Калина	50-54	Яблоки	65-70
Кизил	45-55		

Выход сока из абрикосов, алычи, земляники, кизила, крыжовника, сливы, красной и черной смородины получен после обработки пектолитическим препаратом. Количество извлеченных экстрактивных веществ 56-81%. Выжимки после прессования являются отходом произ-

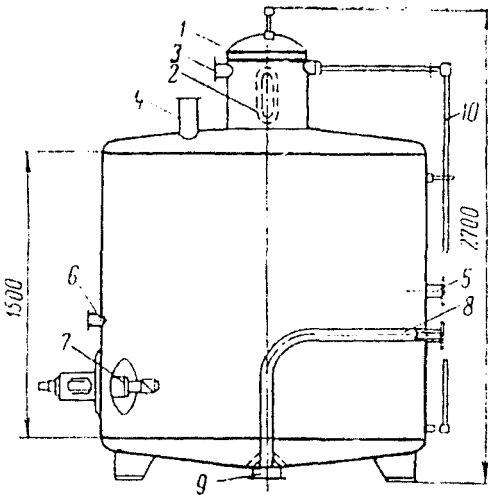


Рис. 9.16. Чан-смеситель для спиртованного сока

водства. Выжимки яблок, айвы и черной смородины рекомендуется сушить и использовать в качестве сырья для получения пектина.

Консервирование соков. В ликеро-водочном производстве основным способом консервирования соков является их спиртование этиловым спиртом. Лишь отдельные виды консервируют сахаром или сахаром и спиртом. Так как спирт неблагоприятно влияет на вкус безалкогольных напитков, то соки, идущие для этой цели,

спиртуют до 16% об. Для ликеро-наливочного производства требуются соки с содержанием спирта не менее 25% об., во избежание выпадения осадков в готовых напитках. Исключением является земляничный сок, который спиртуют до 20% об., так как при повышении крепости сок приобретает горелый, горький привкус и теряет характерный аромат ягод.

Для консервирования соков используют герметически закрытые смесители, изготавливаемые из нержавеющей стали или из другого металла, покрытого антикоррозийным слоем, или из дуба. Смеситель (рис. 9.16) оборудован механической мешалкой 1 и указательным стеклом 2 с мерной рейкой. Приводится мешалка в действие через редуктор 3 от электродвигателя.

Вначале в смеситель задают определенное количество сока, а затем через специальный кольцевой разбрызгиватель 5 при непрерывном перемешивании раствора постепенно добавляют рассчитанное количество спирта. Несмотря на то, что спирт легче сока, изменять порядок введения компонентов не рекомендуется, так как это повлекло бы за собой образование обильного коллоидного осадка. Спирт отмеривают мерником обычного типа. Смеситель должен быть емкостью 250 дал. Для консервирования сока сахаром используют куб (реактор) со сферическим дном с рубашкой, которая служит для поддержания

необходимой температуры. Куб оборудован также мешалкой с электроприводом. Сначала в куб сливают определенное количество натурального сока, затем постепенно добавляют заранее отвешенное количество сахара при непрерывном перемешивании и подогревании сока черной смородины до 70°C, сока клубники – до 45°C.

На каждый литр сока дают 2 кг сахара, чтобы в полученном сиропе общая концентрация сахара составляла не ниже 65% по массе. После полного растворения сахара сироп пропускают через сито и перекачивают в эмалированную емкость для хранения. Сок лучше хранится, если к нему добавить 10% спирта. Иногда, наоборот, к спиртованному соку добавляют 20% сахара. При консервировании сахаром пектины и другие коллоиды остаются в растворе и в конце концов попадают в готовые напитки, вызывая их помутнение. Консервирование спиртом этого недостатка не имеет, так как коллоиды осаждаются и после отстаивания удаляются с осадком.

Отстаивание спиртованных соков производится с целью удаления природных высокомолекулярных коллоидов (пектин, белки, камеди, дубильные и красящие вещества), которые при добавлении спирта или сразу выделяются, или образуются в продолжении длительного времени. Одновременно осаждаются при отстое механические примеси (обрывки тканей и другие), увлеченные соком при прессовании мезги.

Примерная продолжительность отстаивания отдельных соков (в сут) следующая:

Вишневого.	10	Малинового.	25
Алычeveго, сливового после обработки ферментным препаратом.	10	Яблочного, айвового, абрикосового.	20

Отстаивание производится в специальных герметически закрытых дубовых чанах – отстойниках высотой 2-2,5 м, емкостью от 200 до 1000 дал. Слив осветленного сока производят через штуцер, который расположен несколько выше днища, или через специальное поворотное устройство.

Осадок (фуз) из сока каждого вида собирают отдельно в отстойные чаны для уплотнения, второй отстой отбирают, уплотнившийся фуз фильтруют и передают на отгонку спирта.

При плохой осветляемости сок обрабатывают флокулянтами – бентонитом или смесью бентонита и полиакриламида. Количество бентонита, в зависимости от мутности сока, колеблется от 0,5 до 3% к массе сока.

Осветление сока бентонитом проводят следующим образом. В небольшом бачке с мешалкой отвешенную порцию бентонита заливают

Таблица 9.7

Выход и характеристика спиртованных соков

Сок	Содержание спирта, % об.	Содержание, г/100 см ³		Выход спиртованного сока, дал/т	Количество извлеченного экстракта, % от содержания в сырье
		Общего экстракта	Кислот в пересчете на лимонную		
Абрикосовый	25	8,5	0,90	85	71
Айвовый	25	8,5	0,80	79	67
Альчовый	25	7,6	1,8	92	75
Барбарисовый	25	7,7	2,60	73	56
Брусничный	25	7,7	1,20	92	75
Вишневый	25	10,4	1,00	95	81
Голубичный	25	5,0	1,10	90	70
Ежевичный	25	5,0	0,80	87	72
Жимолостный	25	7,0	0,50	69	75
Калиновый	25	6,0	1,20	70	60
Кизиловый	25	8,5	1,30	73	70
Клубничный	20	5,9	0,90	86	73
Клюквенный	25	5,5	1,70	92	69
Красносмородиновый	25	5,3	1,50	85	70
Крыжовниковый	25	6,4	1,30	80	68
Лимонника	25	5,0	4,20	87	67
Малиновый	25	6,0	0,90	92	69
Облепиховый	25	7,5	2,20	80	72
Сливовый	25	9,2	0,80	90	73
Терновый	25	9,0	1,30	79	68
Черносмородиновый	25	7,5	2,00	92	72
Черничный	25	5,4	0,80	93	72
Яблочный	25	8,8	0,80	92	70

пятикратным количеством воды и оставляют для набухания на 10-12 ч. После набухания в суспензию добавляют такое же количество сока, который подлежит осветлению, производят перемешивание и перекачивают насосом в чан, содержащий основное количество мутного сока. Сок тщательно перемешивают с бентонитом и отстаивают 3-6 сут.

Хранение и отпуск спиртованных соков производят в закрытых деревянных чанах или в стальных эмалированных цистернах. Возможно также применение резервуаров из черного металла с антикоррозийным покрытием.

Отпуск и транспортировку спиртованных соков производят в бочкотару или в автомобильные цистерны, применяемые для перевозки вина.

Для хранения спиртованных соков на ликеро-водочных заводах оборудуют специальное помещение с минимальной площадью окон. В складе поддерживается температура 5-15°C и относительная влажность воздуха 75-80%. Резкие колебания температуры могут привести к помутнею соков.

Спиртованные соки хранят не более 12 мес.

9.3.4. Приготовление спиртных настоев и морсов

Спиртованными настоями называются водно-спиртовые вытяжки из эфиромасличного и неароматического сырья. Настои готовят из отдельных видов сырья или их смеси по следующей схеме (рис. 9.17)

Растительное сырье, применяемое для приготовления настоев, взвешивают и сортируют; при сортировке удаляют дефектное сырье и посторонние примеси. Отсортированное сырье измельчают (сушеные

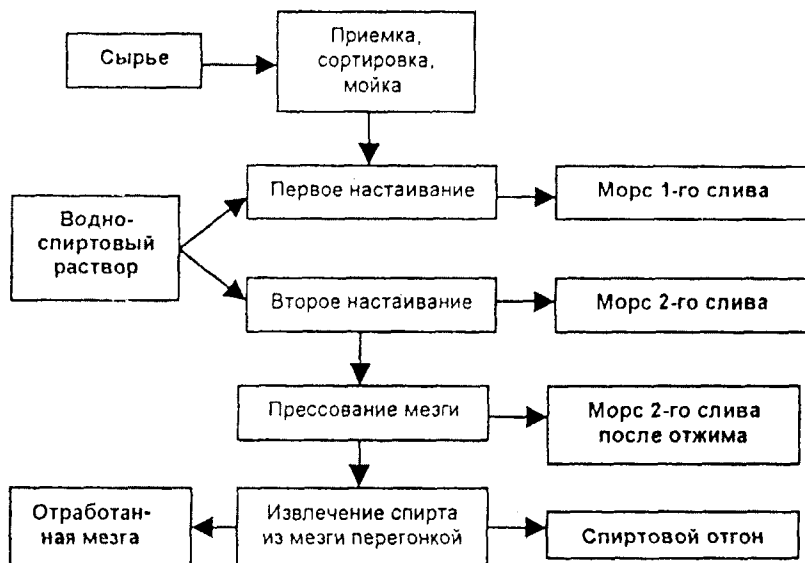


Рис.9.17. Принципиальная технологическая схема производства морса настаиванием.

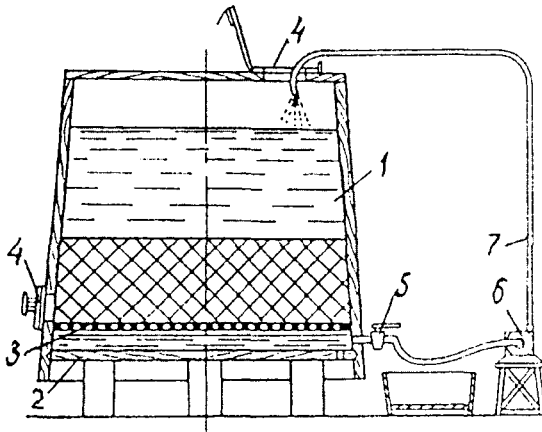


Рис. 9.18. Настойный чан:
1 – чан; 2 – основное дно, 3 – ложное дно; 4 – люки; 5 – кран; 6 – насос; 7 – циркуляционный трубопровод.

травы на траворезке, корни, орехи, семена и другие виды сырья – на дисковых дробилках). Для получения спиртованных настоев измельченное сырье заливают растворителем – водно-спиртовым раствором и настаивают при периодическом перемешивании. При настаивании происходит диффузия – извлечение ароматических и других составных частей сырья.

Двукратное настаивание проводят в деревянных бочках или небольших чанах (рис. 9.18). После первого настаивания сливают настой первого слива, заливают сырье свежей порцией растворителя и продолжают настаивание с периодическим перемешиванием, после чего получают настой второго слива. Полученные настои применяют в качестве полуфабрикатов, а отработавшее сырье поступает на выпарной аппарат для извлечения спирта.

Для настаивания применяют водно-спиртовой раствор, крепость которого составляет в среднем 50-70% об. для первого залива и 40-60% об. для второго.

Длительность настаивания при каждом заливе составляет 5-14 сут. Длительность настаивания, количество водно-спиртового раствора и его крепость для каждого вида изделия указаны в рецептуре. Перемешивание во время настаивания проводят ежедневно, перекачивая раствор насосом из нижней части сосуда в верхнюю.

Для ускорения настаивания на некоторых ликеро-водочных заводах применяется экстрактор-настойник, предложенный Я.Д. Файерштерном. Экстрактор (рис.9.19) состоит из напорного бака 1 и экстрактора 2, соединенных между собой трубой 3 (с краном 4, трехходовым краном 5, смотровым фонарем 6) и воздушной трубкой 7.

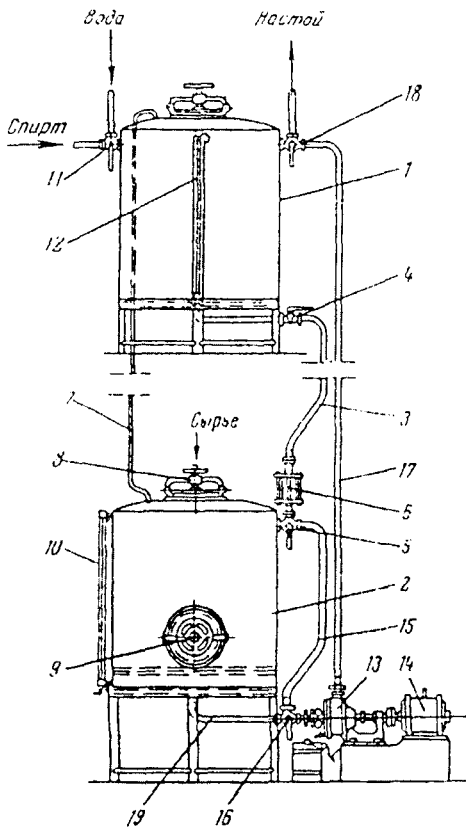


Рис. 9.19. Экстрактор-настойник.

Экстрактор — цилиндрический резервуар из нержавеющей стали с плоским дном и сферической крышкой, высотой 1 м и диаметром 0,85 м. Внутри его, на высоте 0,1 м установлено сетчатое дно, на которое через люк 8 загружают измельченное сырье, подлежащее экстрагированию. Для выгрузки отработанного сырья служит люк 9. Экстрактор снабжен водомерной стеклянной трубкой со шкалой. Напорный бак имеет аналогичные размеры и устройства, но отличается отсутствием ложного дна. На одном из штуцеров смонтирован трехходовой кран 11, служащий для набора спирта и воды в количествах, необходимых для получения водно-спиртового раствора заданной крепости. Объем этого раствора определяют с помощью водомерной трубки 12 со шкалой. Для перемешивания водно-спиртового раствора в напорном баке служит центробежный насос 13, приводимый в действие электродвигателем 14. Водно-спиртовый раствор по трубам 3 и 15 через трехходовые краны 5 и 16 поступает в насос и по трубе 17 при открытом трехходовом кране 18 возвращается в напорный бак. Этим же насосом проводят периодическое перемешивание настоя в экстракторе путем его циркуляции. Во время циркуляции настой по трубе 19 через кран 16 поступает в насос и по трубе 17 при открытом кране 18 направляется в напорный бак, из которого по трубе 3 возвращается в экстрактор.

Переключением трехходового крана 18 готовый настой перекачивают в эмалированные емкости или буты для хранения.

Работает экстракционная установка следующим образом. В напорном баке готовят водно-спиртовой раствор, который спускают в экстрактор на предварительно загруженное сырье. После 45-50-минутного настаивания проводят первую циркуляцию в течение 15-20 мин, снова настаивают 45-50 мин, циркулируют настоем 15-20 мин, и так 6-7 раз в течение первых восьми часов. Затем 16 ч настаивают раствор без перемешивания. С начала следующих суток возобновляют циркуляцию, чередующуюся с настаиванием 7-8 раз. Более частая или непрерывная циркуляция не рекомендуется, так как настоем может получиться мутным.

Известно применение на ликеро-водочных заводах для настоев экстракционной установки, в которой экстрагирование сырья проводится посредством частого перемешивания его с растворителем с периодическими перерывами через определенные промежутки времени

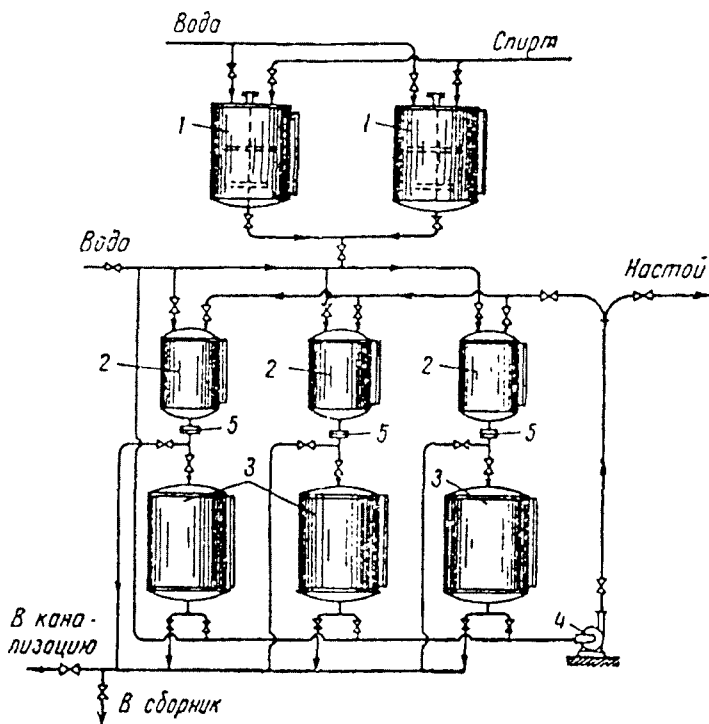


Рис. 9.20. Схема экстракционной установки для получения спиртованных настоев.

для выравнивания концентрации растворимых веществ в получаемом настое и для отстаивания.

Экстракционная установка (рис. 9.20) состоит из смесителей 1, экстракторов 2, сборников для настоя 3, насоса 4, предназначенного для перекачивания растворителя с целью перемешивания, и керамических фильтров 5. Экстрактор представляет собой герметически закрытый сосуд, внутри которого помещается сетчатая корзина для измельченного сырья.

После загрузки измельченное сырье заливают водно-спиртовым раствором и настаивают в течение двух часов. Затем настоем из экстрактора сливают в сборник и из него насосом перекачивают обратно в экстрактор. Слив и перекачивание жидкости продолжаются 10-20 мин. Затем сырье вновь подвергают настаиванию в течение 40-50 мин. Через каждые 40-50 мин в течение 8 часов эту операцию повторяют.

Таким образом растворитель перемешивают с экстрагируемым сырьем 6 раз, после чего сырье настаивают с растворителем 16 ч без перемешивания. На следующие сутки процесс экстрагирования сырья начинают со слива настоянной жидкости из экстрактора и перемешивания ее путем перекачивания насосом за 10-20 мин. Через каждые 40-50 мин эту операцию повторяют. В течение смены проводят 7-8 перемешиваний. К концу смены отбирают пробу спиртованного настоя и при соответствии ее требованиям рецептуры настоем сливают. Процесс экстрагирования сырья продолжают до получения настоя, соответствующего по качеству требованиям рецептуры.

Второй залив сырья водно-спиртовым растворителем и процесс экстрагирования ведут, как и при первом заливе, в течение 30 или 60 ч, после чего проверяют качество и используют как настоем второго слива.

Ниже приводится состав сырья (кг) при приготовлении водно-спиртового настоя на нескольких его видах для приготовления 1000 дал напитков:

“Горный дубняк”

Дягиль аптечный (корневища, корни)	5,0
Имбирь (корневища)	2,5
Калган	3,0
Гвоздика (бутоны цветов)	1,5
Дуб (плоды)	2,5
Перец черный (плоды)	2,5
Перец красный	0,5
Можжевельная ягода	2,5
Дуб (стружка)	2,5

“Ерофеич”

Мелисса лекарственная (листья и верхушки стеблей)	0,60
Зверобой (цветы и листья)	0,40
Мята перечная (листья)	0,40
Душица (верхушки цветущих стеблей)	0,40
Тимьян (надземная часть)	0,20
Донник (листья и верхушки стеблей)	0,20
Мята курчавая (листья)	0,20
Майоран садовый (цветы и листья)	0,20
Первоцвет весенний – буквица белая (цветы и листья)	0,20
Тысячелистник (верхушки стеблей)	0,20
Полынь горькая (листья и верхушки стеблей)	0,20
Вахта трехлистная – трифоль (листья)	0,20
Кардобенедикт (листья и верхушки стеблей)	0,40
Кардамон (плоды)	0,10
Анис обыкновенный (плоды)	0,10

“Перцовка”

Перец стручковый красный (плоды)	10,0
Перец черный (плоды)	4,0
Кубеба (плоды)	4,0

“Рижский черный бальзам”

Горечавка (корень)	4,0
Арника горная (цвет)	1,6
Полынь горькая (листья и верхушки стеблей)	3,0
Имбирь (корневище)	2,4
Валерьяна лекарственная (корневище)	2,0
Мята курчавая (листья)	2,5
Аир болотный (корневище)	2,0
Мелисса лекарственная (листья)	2,0
Цветы липы	1,6
Дуб (стружка)	1,6
Перец черный (плоды)	1,2
Померанцевая корка	1,2
Вахта трехлистная – трифоль (листья)	1,0
Мускат плоды	1,0
Зверобой пронзенный (цветы и листья)	1,5

“Старка”

Листья яблонь сорта Розмарин	17,5
Листья груш сорта Александр Бере	6,0

Приготовление ароматных спиртов. Ароматный спирт представляет собой продукт отгонки летучих веществ с водно-спиртовыми парами, эфирных масел и других ароматических веществ, содержащихся в эфирно-масличном или плодово-ягодном сырье. Получение ароматных спиртов осуществляется перегонкой. Для получения ароматных спиртов используют жидкости, частично растворимые одна в другой (эфирные масла и водно-спиртовой раствор), или жидкости, нерастворимые одна в другой (эфирные масла и вода). При перегонке таких жидкостей между составом жидкой фазы и парообразной устанавливается равновесие. Состояние такой системы определяется составом, давлением и температурой.

Зависимость между этими параметрами может быть установлена при помощи правила фаз, согласно которому число фаз плюс число степеней свободы в равновесной системе равно числу компонентов плюс два:

$$F + S = K + 2$$

где F – число фаз; S – число степеней свободы, т.е. число параметров, которое можно произвольно устанавливать для фиксирования равновесной системы; K – число компонентов.

В случае перегонки смеси жидкостей, нерастворимых одна в другой, число фаз в системе равно трем (две несмешивающиеся жидкости и пар), количество компонентов равно двум.

Число степеней свободы равно $2+2-3=1$. Это значит, что из всех параметров, определяющих состояние системы, можно произвольно выбрать только один, обуславливая им значение остальных.

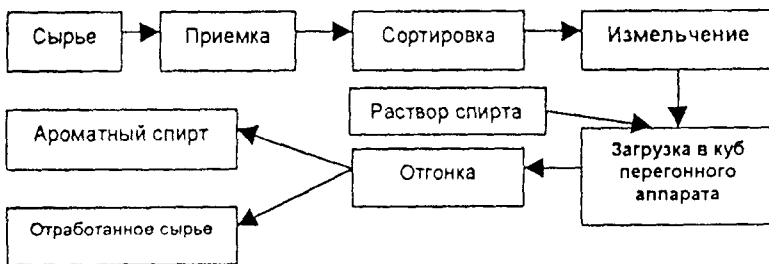


Рис. 9.21. Схема приготовления ароматного спирта

Получение ароматных спиртов производят в кубовом перегонном аппарате, который состоит из куба, ректификационной колонки,

дефлегматора, холодильника, контрольного фонаря для наблюдения за скоростью отгонки, качеством спирта и для отбора проб, двух мерников (сборников).

Ароматные спирты получают по способу В.К. Фертмана из сухого эфиромасличного сырья или из свежих корок citrusовых плодов без предварительного настаивания. Сырье сортируют, измельчают, загружают в куб, заливают водно-спиртовым раствором крепостью 60% об. для свежего и 50% об. – для сушеного и перегоняют. При получении ароматного спирта из свежих корок citrusовых плодов, консервированных раствором поваренной соли, их освобождают от консерванта, измельчают, загружают в куб, заливают водно-спиртовым раствором крепостью 60% об. и перегоняют.

Независимо от способа получения в процессе перегонки ароматного спирта отбирают фракции: начальную, ароматного спирта, концевую. Объем отбираемых фракций (в зависимости от объема водно-спиртовой жидкости, загружаемой в куб) составляет (в%): начальной – 0,1-0,2; средней – 50-70; концевой – 30-50.

Начальная фракция представляет собой спиртовой раствор терпенов; по внешнему виду это мутная жидкость с резким неприятным запахом, крепость ее 80-90%.

Фракция ароматного спирта по внешнему виду – прозрачная жидкость с приятным запахом, соответствует натуральному аромату исходного сырья; главная составная часть этой фракции – кислородсодержащие производные терпенов, являющаяся наиболее ценной частью эфирного масла. Крепость фракции ароматного спирта 60-80%. Концевая фракция содержит сесквитерпены и другие вещества с неприятным запахом. Перегонку заканчивают при нулевом показании содержания спирта в фонаре. Начальную и концевую фракции используют для производства денатурированного спирта.

Переход от одной фракции к другой осуществляют по органолептической оценке пробы из контрольного фонаря.

9.3.5. Приготовление сахарного сиропа и колера

Сахар вводят в ликеро-наливочные изделия в виде сиропа, который готовят горячим или холодным способом. При горячем способе приготвление сиропа производят в сироповарочном котле (реакторе), оборудованном перемешивающим устройством и паровой рубаш-

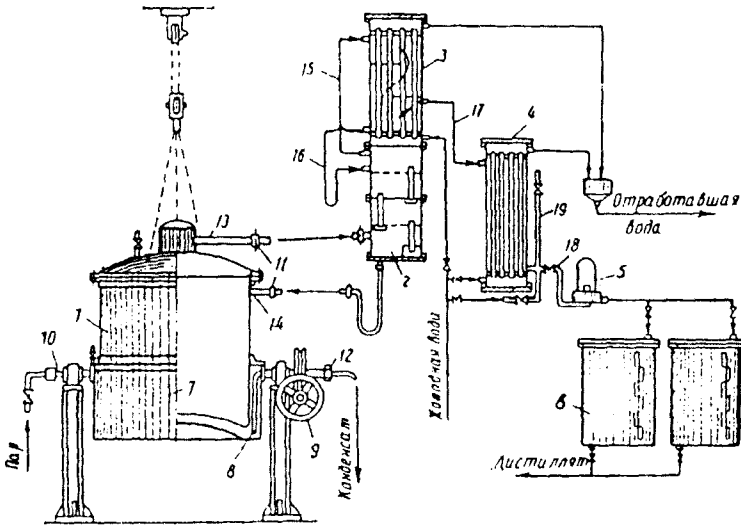


Рис. 9.22. Аппарат для получения ароматного спирта:

1 – куб; 2 – ректификационная колонка; 3 – дефлегматор; 4 – холодильник; 5 – контрольный фонарь; 6 – сборники; 7 – рубашка; 8 – труба отвода конденсата; 9 – маховик поворота куба; 10, 11, 12 – поворотные муфты; 13, 14 – трубы соединения куба с колонной; 15 – труба подвода паров в дефлегматор; 16 – труба возврата флегмы; 17 – труба соединения с холодильником; 18 – труба выхода дистиллята; 19 – воздушник.

кой, устройством для слива готового сиропа, воронкой для подачи сахара, штуцером подвода воды (рис. 9.23).

В сироповарочный котел набирают исправленную воду из расчета 0,5 л на 1 кг сахара для получения сиропа концентрацией 65,8% и 0,35 кг сахара для получения сиропа концентрацией 73,2%. Воду подогревают до 50-60°C и затем при непрерывном размешивании засыпают расчетное количество сахара. После растворения сахара сироп дважды подвергают кипению. Пену убирают шумовкой.

При приготовлении сиропа концентрацией 73,2% добавляют лимонную кислоту в виде водного раствора в количестве 0,08% от массы сахара. Лимонная кислота вызывает инверсию сахарозы и предотвращает выпадение кристаллов сахарозы в охлажденном сиропе.

Варка сиропа во избежание карамелизации сахарозы должна длиться не более 30 мин. Приготовленный сироп фильтруют через фильтр с металлической сеткой и охлаждают до 15-20° С.

Холодный способ приготовления сиропа производится следующим образом. Для этого используют стальной цилиндрический

бак, который на 1/3 его высоты, считая от нижнего дна, устанавливают металлическую сетчатую перегородку, покрытую в два слоя фланелью. Сахар засыпают в верхнюю часть бака не более чем наполовину его высоты, затем небольшими порциями приливают воду. Вода растворяет сахар, и полученный сироп фильтруется через фланели. Профильтрованный сироп поступает в ведро, из которого его обратно сливают в верхнюю часть бака. По достижении концентрации сиропа 60-65% растворение сахара прекращают.

Колер как краситель добавляют во все виды ликеро-наливочных изделий, которые должны иметь светло-коричневый или коричневый цвет. Колер готовят нагреванием сахаралеска до 180-200° С, т.е. выше температуры плавления сахарозы.

При нагревании сахарозы выше 170°С образуются продукты дегидратации: изосахарозана ($C_{12}H_{20}O_{10}$), карамелана ($C_{24}H_{36}O_{18}$), карамелена ($C_{36}H_{50}O_{23}$); в процессе дегидратации в присутствии воздуха образуются продукты окисления и происходит разложение сахара до кислот.

Колер готовят в колероварочных котлах с электрическим или паровым обогревом, оборудованных мешалкой. В котел загружают необходимое количество сахара и добавляют 1-2% воды от массы сахара. При постоянном перемешивании включают подогрев, постепенно повышая температуру. Сахар плавится и выпаривается вода. Когда весь сахар расплавится, температуру постепенно повышают до 180-200°С и поддерживают ее до полной готовности массы. Продолжительность операции 6-8 ч. Готовность колера определяют органолептически. По достижении готовности колера прекращают обогрев котла, дают массе остыть до 60-65°С и после этого в нее приливают горячую воду с такой же температурой и тщательно перемешивают. Колер разбавляют до плотности 1,35 г/см³ при

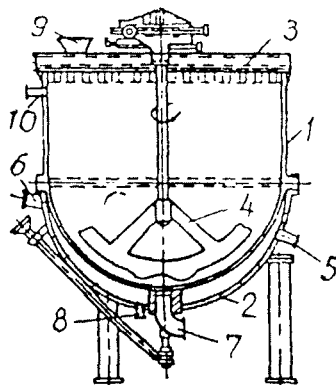


Рис. 9.23. Сироповарочный котел:

- 1 – корпус, 2 – паровая рубашка;
- 3 – крышка, 4 – перемешивающее устройство;
- 5 – штуцер подвода воды; 6 – штуцер подвода пара;
- 7 – сливное устройство; 8 – штуцер отвода конденсата;
- 9 – воронка; 10 – ввод воды.

охлаждении до 20°С, что соответствует содержанию сухих веществ 79-80%.

Готовый колер для хранения переливают в приемный бачок или деревянные бочки.

9.3.6. Купажирование

Приготовление смеси из отдельных составных частей изделия называется купажированием, а полученная смесь – купажем. Купажирование проводят в купажных чанах, имеющих цилиндрическую форму, изготовленных из нержавеющей стали или черного металла, покрытого стеклоэмалью. При составлении купажа смешивание составных частей производят в определенной последовательности. В купажный чан набирают спиртованные соки, морсы, настои, ароматные спирты, к ним добавляют спирт-ректификат и большую часть воды, предназначенную для купажа. После тщательного перемешивания к указанной смеси добавляют сахарный сироп, красители, лимонную кислоту, другие составные части и воду для доведения объема купажа до заданного, после чего купаж тщательно перемешивают. Такая последовательность приготовления купажа необходима для того, чтобы по возможности больше снизить концентрацию спирта до прибавления сахарного сиропа и предотвратить выпадение в осадок сахара.

Естественный краситель кошениль добавляют в купаж в виде водно-спиртового раствора, синтетические красители и лимонную кислоту – в виде водного раствора, эфирные масла и ванилин – в виде спиртового раствора.

Сахарный сироп, вносимый в купаж, должен иметь температуру не выше 20°С, чтобы избежать испарения спирта и ароматических веществ. При изготовлении купажей горьких изделий можно сначала приготовить сортировку необходимой крепости, профильтровать и добавить в нее необходимые полуфабрикаты: настои, ароматные спирты, спиртованные соки или морсы, сахарный сироп и раствор красителя.

Из приготовленного купажа отбирают среднюю пробу и передают в лабораторию для анализа. Если при этом обнаружится несоответствие приготовленного купажа установленной рецептуре по содержанию спирта, экстракта, сахара или кислоты, то корректируют добавлением требуемых веществ, вновь перемешивают и производят повторный анализ.

Выдержка и фильтрация купажа. Приготовленный купаж выдерживают в купажном чане для получения изделия однородного

по составу, некоторого улучшения вкуса и аромата, а также для выделения в осадок образовавшейся мути. Длительность выдержки должна составлять не менее 24 ч, а для ликера “бенедектин” – не менее 72 ч. После выдержки купаж фильтруют на намывных фильтрах или фильтр-прессах. Фильтрацию на намывных фильтрах производят через специальное фильтровальное волокно, намываемое на сетчатую перегородку, а на фильтр-прессах – через специальный фильтровальный картон. Лучшими по производительности и качеству фильтрации являются фильтр-прессы, которые в последнее время нашли широкое применение.

9.3.7. Выдержка ликеров

Качество ликеров и других спиртных напитков при длительной выдержке (“старению”) улучшается: аромат становится более тонким и округленным, вкус – мягким, приятным.

Процессы, протекающие при выдержке ликеров, изучены недостаточно. В одних ликерах (“Вишневый”, “Алычовый”, “Облепиховый”, “Кизилловый”) в первые 2-3 мес содержание сложных эфиров в несколько раз нарастает, в других (“Южный”, “Мандариновый”) их вообще не содержится. Поэтому характер изменений, происходящих в составе ликеров, приготовленных на плодово-ягодном и эфиромасличном сырье, принципиально различен.

При доступе кислорода воздуха образуется значительно больше сложных эфиров, но органолептические показатели ликеров сначала несколько улучшаются, затем ухудшаются. То же происходит и с увеличением продолжительности выдержки сверх 2-3 мес в таре, пропускающей воздух (бутылки, стальные эмалированные резервуары). Повидимому, наряду с количеством сложных эфиров, на качество ликеров существенное влияние оказывает их состав.

Действующей технологической инструкцией приняты следующие сроки выдержки ликеров (мес):

“Бенедектин”, “Гранный”, “Шартрез”	24
“Южный”, “Розовый”	6
“Кофейный”	4
“Мятный”, “Вишневый”	3
“Апельсиновый”, “Ванильный”, “Лимонный”, “Шоколадный”	2
“Облепиховый”	1

Выдержанные ликеры не разрешается корректировать, так как это может ухудшить их органолептические показатели. После выдержки ликеры фильтруют и передают на розлив.

Дубовые бочки и буты перед закладкой ликеров обрабатывают так же, как и для хранения спиртованных соков и морсов. Помещение, в котором выдерживаются ликеры, должно быть сухим, освещаться слабым дневным светом и иметь вентиляцию. Температура в помещении должна быть не ниже 8 и не выше 20°С; относительная влажность – 50-70%.

По предложению сотрудников УкрНИИСПа (П.В. Рудницкого, А.С.Егорова, Г.С.Томашевич, А.И.Коробенковой) предложен новый способ обработки ликеров, заключающийся в гомогенизации ликеров.

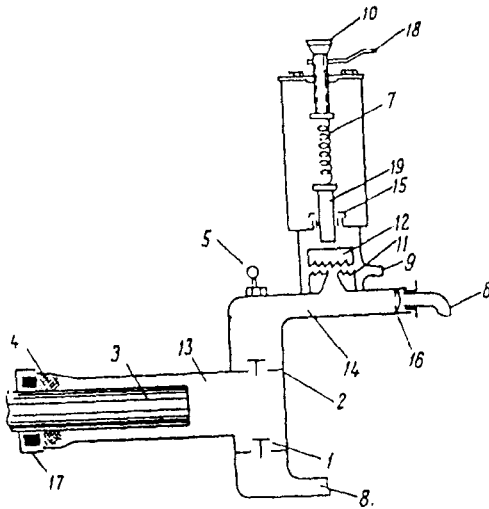


Рис. 9.24. Гомогенизатор
ОГБ-М:

- 1 – всасывающий клапан;
- 2 – нагнетательный клапан;
- 3 – плунжер;
- 4 – сальник;
- 5 – манометр;
- 6 – труба предохранителя;
- 7 – пружина;
- 8 – всасывающая труба;
- 9 – нагнетательная труба;
- 10 – регулятор давления;
- 11 – седло клапана;
- 12 – клапан;
- 13 – цилиндр;
- 14 – нагнетательный клапан;
- 15 – сальник;
- 16 – предохранительная пластина;
- 17 – гайка сальника;
- 18 – контргайка;
- 19 – шток клапана.

Сущность способа заключается в том, что ликер трехплунжерным насосом (рис. 9.24) пропускается с большой скоростью через очень узкий зазор, образующийся между притертыми шаровыми поверхностями клапана и седла в гомогенизирующей головке. Для этой цели используется гомогенизатор, выпускаемый отечественной промышленностью ОГБ-М. Его производительность 1200 л/ч, давление 3-4 Мпа.

Гомогенизация позволяет сократить длительность производственного цикла приготовления ликера с 1-24 мес до 2-3 сут и снизить потери спирта на 2-3%.

9.3.8. Розлив ликеро-водочных изделий

Ликеро-водочные изделия разливают в 6 типов бутылок из бесцветного или полубелого стекла емкостью 0,25 и 0,5 л. Сувенирные бутылочки имеют номинальную емкость 0,1 л.

Для розлива и укупорки ликеро-водочных изделий применяют линии, серийно выпускаемые отечественным машиностроением и образцами зарубежных стран. Линия для розлива состоит из комплекса оборудования (рис. 9.25), в который входят: машина для извлечения бутылок из ящиков, цепного транспортного устройства для перемещения ящиков, машины для укладывания бутылок в ящики, автомата для изготовления алюминиевых колпачков, машины бутылкомоечной, транспортеров для бутылок, машины фасовочной, вибробункера, машины укупорочной универсальной, машины для визуальной инспекции пищевых жидкостей в бутылках, этикетировочной машины, механического датчика счетчика бутылок.

Ликеро-водочные заводы работают в основном на оборотном фонде бутылок, которые пополняют новыми в количестве 5-10%. Посуда поступает в мойку, которая производится в бутылкомоечных машинах. Сначала бутылки моют в растворе каустической соды, затем в теплой воде, после чего их споласкивают внутри с помощью шприца и снаружи обмывают водой. Обратную посуду очищают от остатков старых укупорочных материалов и освобождают от пробок и других крупных предметов, а затем моют.

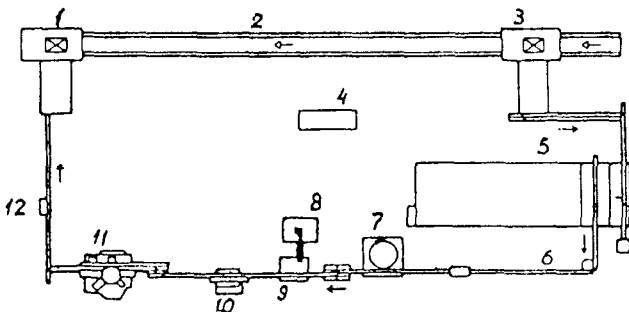


Рис. 9.25. Схема линии розлива ликеро-водочных изделий:

1 – машина для извлечения бутылок из ящиков; 2 – транспортное цепное устройство для перемещения ящиков; 3 – машина для укладывания бутылок в ящики; 4 – автомат для изготовления алюминиевых колпачков; 5 – моечная машина; 6 – транспортное устройство для перемещения бутылок; 7 – фасовочная машина; 8 – вибробункер; 9 – укупорочная универсальная машина; 10 – машина для визуальной инспекции жидкости в бутылках; 11 – этикетировочная машина; 12 – механический датчик счетчика бутылок.

Розлив ликеро-водочных изделий состоит из следующих операций: контрольная фильтрация, розлив в бутылки по уровню, укупорка бутылок и наклейка этикеток.

Перед розливом ликеро-водочные изделия подвергают контрольной фильтрации: водку – на керамических фильтрах, а ликеро-наливочные изделия на фильтр-прессах или мешочных фильтрах. Разливают изделия на автоматических машинах. Бутылки с налитым изделием поступают по конвейеру к укупорочной машине. Укупорку производят алюминиевыми колпачками, иногда картонными капсулями и корковыми пробками. После укупорки бутылки просматривают на бракеражном автомате. При бракераже отбирают плохо вымытые бутылки; бутылки, имеющие трещины или щербинки на горлышке; не укупоренные или негерметично укупоренные; бутылки с недостаточной чистотой.

После укупорки в настоящее время вместо осмолки применяется накладывание и термическая усадка специальных пластмассовых колпачков, что значительно упрощает процесс. После укупорки бутылка транспортером подается на этикетировочный автомат для наклейки этикетки. На этикетке указывается наименование изделия, его крепость, количество и заводская марка, на обратной стороне этикетки указывают дату расфасовки и номер бригады.

Бутылки с изделиями, уложенными в ящики, транспортером подают в склад готовой продукции.

9.4. Использование отходов ликеро-водочного производства

При производстве водки и ликеро-водочных изделий образуются такие отходы: чистый и загрязненный брак; плодово-ягодные выжимки и фузы, содержащие сахар или спирт; косточки плодов и ягод; бой стекла.

Указанные отходы после соответствующей обработки могут быть снова использованы в производстве для увеличения выхода основного продукта или производства новых видов продукции.

Использование чистого и грязного брака. Чистый брак – это изделие в бутылках, забракованное при расфасовке. Грязный брак – это загрязненные изделия, которые получены с потерями во время производства. Чистый брак, полученный при розливе водки, используют для приготовления водно-спиртовой смеси, а ликеро-наливочных изделий – при приготовлении купажа. Грязный брак водочных изделий направляют на ректификацию спирта или используют при приготовлении дена-

турированного спирта. Грязный брак ликеро-наливочных изделий направляют в выпарной аппарат для извлечения из него спирта.

Фрукто-ягодные выжимки и фузы. Фрукто-ягодные выжимки после получения спиртованных соков можно использовать для получения пектина. Пектин является ценным продуктом для производства кондитерских изделий: мармеладов, желе, пастилы, патов и других фрукто-ягодных сладких изделий. Кроме этого, пектин используют как эмульгирующее вещество для образования стойкой эмульсии растительных масел и приготовления пектинового клея. Для получения пектина фрукто-ягодные выжимки промывают холодной водой, экстрагируют пектин горячей водой и отжимают их под прессом. Растворы, полученные при экстрагировании и прессовании, осветляют в горячем состоянии центрифугированием и охлаждают. Раствор пектина может содержать в виде примесей белки и крахмал. Для очистки от них раствор обрабатывают ферментным препаратом плесневых грибов, затем фильтруют через активный уголь и фильтровальное волокно. Очищенный пектиновый раствор упаривают под вакуумом и разливают в бутылки.

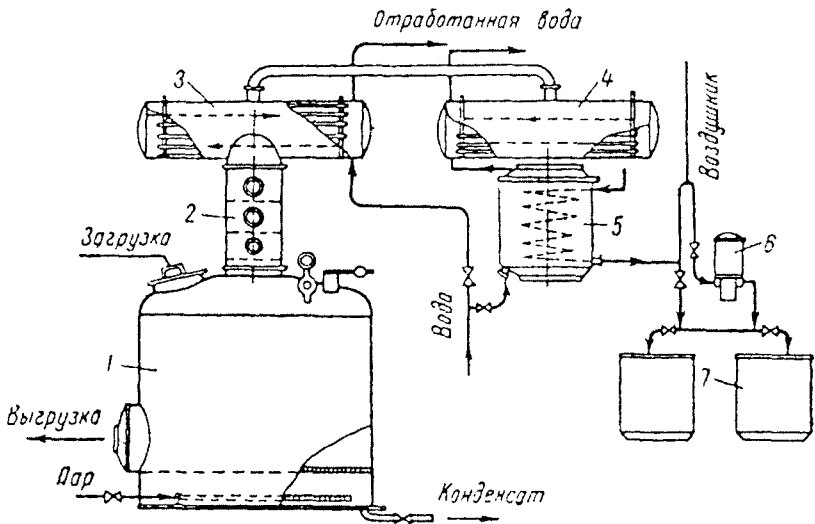


Рис. 9.26. Выпарной перегонный аппарат:

1 – куб; 2 – колонна; 3 – дефлегматор; 4 – конденсатор; 5 – холодильник; 6 – контрольный фонарь; 7 – приемные емкости для отгонов.

Фузы, полученные при отстаивании спиртованных соков, и плодово-ягодная мезга поступают в выпарной аппарат для отгонки спирта и затем их также можно использовать для получения пектина.

Выпарной аппарат для извлечения спирта из отходов (рис. 9.26) состоит из куба, ректификационной колонны, дефлегматора и холодильника, контрольного фонаря и двух сборников спирта. Аппарат используют для получения спирта-сырца, который затем может быть направлен на ректификацию или на приготовление денатурированного спирта.

Мякоть цитрусовых плодов. Полученную мякоть при отборе цедры (корки) используют для получения спиртованного сока, необходимого при производстве ликеро-наливочных изделий как заменитель лимонной кислоты.

Косточки плодов. Косточки выделяют из выжимок и направляют после сушки на производство косточковых масел, которое используется для пищевых или технических целей. Жмыхи, получаемые после отжима масла из семян косточек, используют на корм для животных. Скорлупа, оставшаяся после дробления косточек и удаления из них ядра, может использоваться для получения активного угля.

Стеклобой составляет примерно 2% от общего количества выпускаемой бутылочной продукции. Его отгружают после сортировки (по цвету стекла) на стекольные заводы для переработки.

Литература:

1. Бачурин П.Я., Смирнов В.А. Технология ликеро-водочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 326 с.
2. Жбанков Б.В. Оборудование ликеро-водочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1972.- 121 с.
3. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Технология спиртового и ликеро-водочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – С. 222 – 261 с.
4. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология бродильных производств. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 282-319.

10. ПРОИЗВОДСТВО СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

10.1. Производство слабоалкогольных напитков

Под названием слабоалкогольных напитков или как их называют в странах мира сброженными освежающими напитками объединяются все слабоалкогольные напитки (с содержанием спирта от 0,5 до 2-3% об.), получаемые путем брожения продуктов из зерна, фруктовых соков и экстрактов, овощей, пчелиного меда и др. В зависимости от исходного сырья сброженные освежающие напитки делятся на три основные группы:

Напитки из хлебных злаков: буза, пивоквас, хлебный квас, московский квас, кислый квас и др.

Фруктовые и овощные напитки: яблочный, шиповниковый, виноградный, грушевый, сброженный сок моркови, сброженный сок дыни и др.

Напитки из пчелиного меда: “Мед”, “Медок”, “Украинский медок”.

Эти напитки обязаны своим своеобразным приятным вкусом и ароматом комплексу вкусовых и ароматических веществ, образующимся при брожении. В зависимости от производства в них происходит **молочнокислое** или спиртовое брожение. Во многих случаях одновременно происходят оба процесса при преобладании одного над другим.

В результате брожения образуются небольшие количества спирта, молочной кислоты и других продуктов, которые совместно с основными **материалами** и продуктами полураспада определяют органолептические качества готового продукта. При определенной концентрации спирт и молочная кислота играют роль консервирующих факторов.

Сброженные освежающие напитки известны были в глубокой древности. Древние ацтеки, населяющие Мексику за 180 лет до прихода испанцев, производили сброженный напиток “Пулкве” (напиток богов) из сока растения “Агава”. Еще в IY веке во многих местах приготавливали яблочное вино под названием “Сисера”, от которого и произошло название сидра. В XII в. в Нормандии сидр потребляли одновременно с другими напитками, произведенными из хлебных злаков.

Издавна на Руси были популярны традиционные квасы – хлебные, медовые и др. Фракийцы и болгары очень умело готовили освежающие напитки – медовину и кумыс.

Интерес, который проявляется к сброженным освежающим напиткам, связан, с одной стороны, с освежающим действием, а с другой – с их значительной питательной ценностью.

Сброженные напитки, приготовленные на основе хлебных злаков, богаты углеводами, белками, растительными жирами, витаминами, энзимами и минеральными солями, которые обуславливают их значительную питательную и биологическую ценность. Например при потреблении 300 г бузы организм человека получает 95,5 кал. Следовательно, буза может употребляться как средство восстановления сил после физической и умственной работы. Она особенно рекомендуется после продолжительной болезни, при анемии, заболеваниях почек, а также кормящим матерям.

Из минеральных веществ в составе слабоалкогольных напитков важное место занимают соли фосфора, кальция и железа. Особенно полезными являются синтезированные при брожении белки дрожжевых клеток. Кроме того, углекислота, молочнокислые бактерии и дрожжи являются действенными раздражителями, стимулирующими пищеварительные процессы.

Питательные и лечебные качества напитков из пчелиного меда также установлены давно. Они содержат главным образом фруктовый сахар (фруктозу), витамины (преимущественно В, К и Е), а также минеральные соли и микроэлементы, необходимые для правильного развития и функционирования человеческого организма. Они употребляются в качестве диетического и лечебного средства при сердечных и нервных заболеваниях, при болезнях печени, анемии, ларингитах и др. Особенно красноречивым фактором является то, что количество красных кровяных телец увеличивается примерно на 300 тыс. ед в 1 мм³, а гемоглобин – на 10%, если в продолжение месяца употреблять 100 г меда в день в любом виде.

В Болгарии популярен напиток сладкое сусло (“шира”), представляющий собой виноградный сок в первоначальной стадии брожения. На этой основе с добавлением специфических добавок употребляют несколько видов под разными названиями. Все эти напитки содержат минимальное количество спирта и насыщены углекислотой. Из-за высокого содержания винных дрожжей они богаты ферментами, поэтому их потребление рекомендуется при абсцессах кожи; считается, что ферменты содержат вещества, исполняющие роль ядов по отношению к стафи-

лококкам – возбудителям абсцессов. Существует мнение, что эти ферменты содействуют размножению белых кровяных телец, чем повышают сопротивляемость организма микробам.

К наиболее распространенным слабоалкогольным напиткам относятся хлебный квас и брага. Хлебный квас является продуктом незаконченного спиртового и молочнокислого брожения сусла, полученного из солода и несоложенных материалов. Брагу получают спиртовым брожением солодового сусла, к которому добавляют хмель.

10.1.1. Производство хлебного кваса

Квасы являются слабоалкогольными освежающими напитками – продуктами неоконченного молочнокислого и спиртового брожения. Они обладают сладко-кислым вкусом, специфическим запахом, их цвет от светло- до темно-коричневого. Сырьем для производства хлебного кваса служит сухой ржаной (томленный или ферментированный) солод, а также сухой ячменный солод, ржаная мука, либо квасные хлебцы или сухой квас и сахар.

Квасные хлебцы выпекают на специализированных хлебопекарнях из смеси ржаного и ячменного солода, ржаной муки и воды. Свежевыпеченные квасцы наиболее пригодны для получения кваса, но хранить их можно не более 4 сут. Поэтому для длительного хранения и транспортировки получают сухой квас сушкой квасных хлебцев и дроблением их. Выпускают следующие виды кваса: хлебный, крошечный, кислый, московский. Квас хлебный и московский употребляют как напитки, квас крошечный и кислый – для приготовления холодных первых блюд (окрошка, свекольник и др.). Количество сырья для каждого вида кваса предусмотрено рецептурой.

Технологический процесс производства квасов (рис. 10.1):

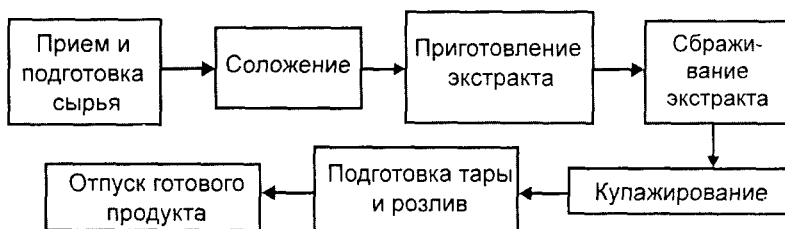


Рис.10.1. Технологическая схема производства кваса.

Подготовка сырья для производства кваса включает в себя очистку сухого солода, полученного с пивоваренных заводов или специальных солодовен, дробление его; подготовку других компонентов (ржаной муки, сахарного сиропа, разводки дрожжей). При производстве солода на месте производят его прорастивание и сушку. При использовании сухих хлебных квасцов или сухого кваса последние также подвергаются подготовке перед использованием для получения экстракта (сусла).

Сусло (экстракт) приготавливают двумя методами: настойным и рациональным. При настойном методе сырьем служат дробленые квасные хлебцы или сухой квас, при рациональном – ржаной солод, ячменный солод, ржаная мука.

Настойный метод основан на извлечении экстрактивных веществ квасных хлебцев или сухого кваса настаиванием их водой. Однократным настаиванием можно извлечь около 50% экстрактивных веществ, поэтому производят трехкратное настаивание. Настаивание производят при 70°С, так как более высокая температура придает суслу вкус вареного продукта.

Для настаивания в настойный чан набирают горячую воду, засыпают при перемешивании сухой квас, тщательно перемешивают и настаивают определенное время, сливают полученное сусло и вновь заливают водой. Температура воды для первого настаивания 80-90°С, для второго и третьего – 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 ч, третьего сусла 1 ч. Полученные три сусла охлаждают до 25°С, смешивают и направляют на брожение. Общее сусло должно содержать не менее 1,5% сухих веществ; количество сусла по объему должно быть равно объему приотвешенного кваса.

По рациональному методу сусло готовят в запарнике, в который засыпают ржаной солод и ржаную муку и наливают горячую воду в количестве 40-100% от массы заданных хлебоприпасов. Содержимое запарника при непрерывном перемешивании прогревают паром в течение 2 ч под давлением 0,15-0,2 МПа. При разваривании образуются меланоидины с приятным запахом. Разваренную массу разжижают холодной водой и передают в заторный чан, куда предварительно наливают воду с температурой 55°С и засыпают ячменный солод. Под действием амилолитических ферментов солода крахмал превращается в мальтозу и декстрины. Процесс осахаривания производят при переме-

шивании и спедующем режиме: подогрев затора до 65°C, выдержка в течение 60 мин; подогрев до 72°C, выдержка в течение 20 мин; подогрев до 80°C, выдержка в течение 10 мин. В первом периоде осахаривания при 64°C распадаются крахмал и декстрины до мальтозы. В последующих периодах крахмал разжижается и накапливаются декстрины. По окончании осахаривания сусло отделяют от гущи фильтрацией в фильтративном чане или сепарацией. Сусло передают в сборник, а гущу заливают водой при температуре 60-70°C, размешивают и получают второе сусло, которое присоединяют к первому, иногда получают и третье сусло. Общее сусло должно содержать не меньше 1,5% сухих веществ; количество сусла по объему должно быть равно объему приготавливаемого кваса. Сусло охлаждают до 25°C и передают на брожение.

Преимущества рационального метода: 1) более высокий выход экстрактивных веществ, что снижает расход сырья на приготовление кваса на 27%; 2) ниже затраты ручного труда и исключена трудоемкая операция приготовления квасных хлебцев.

Приготовление квасного сусла настойным методом производят в несложном оборудовании (настойный чан), и поэтому этот метод широко применяется на малых предприятиях.

Применение ферментных препаратов в производстве кваса.

Длительность приготовления квасного сусла рациональным методом можно ускорить, применяя неочищенный ферментный препарат плесневого гриба *Аспергиллюс оризе*. В этом случае перед запариванием хлебоприпасов осахаривают ржаную муку и ржаной солод ячменным солодом и ферментным препаратом (6% от количества хлебоприпасов). Затем запаривают 1 ч под давлением 0,15 МПа. Запаренную массу выдувают в заторный чан для настаивания с водой. Применение ферментного препарата ускоряет оборот заторного чана, что позволяет увеличить выпуск кваса.

Применение концентрата квасного сусла. Приготовление квасного сусла на мелких предприятиях, выпускающих квас, требует значительных трудовых затрат, обуславливает большие потери ценного сырья, препятствует механизации и автоматизации производства. Поэтому целесообразно на нескольких крупных заводах организовать выпуск квасного концентрата квасного сусла увариванием под разрежением в вакуум-аппарате при температуре не выше 55°C до содержания сухих веществ 70-72%. Полученный концентрат разливают в герметически закупоренную тару: бидоны, бочки. Срок хранения квасного концентрата 7 мес. Концентрат приготовленного сусла растворяют в заданном объеме воды.

Брожение квасного сусла. При сбраживании квасного сусла происходит одновременно процесс спиртового и молочнокислого брожения. В качестве возбудителей брожения применяют дрожжи и молочнокислые бактерии. Дрожжи применяют хлебопекарные прессованные, пивные жидкие и квасные. Лучшие результаты дают квасные дрожжи расы М. Эти дрожжи относятся к виду *Sacchromyces minor*. Особенностью квасных дрожжей массы М является их способность совместно с культурой молочнокислых бактерий накапливать до 0,04% уксусноэтилового эфира и диацетила, улучшать вкус и аромат кваса. В качестве молочнокислых бактерий применяют штаммы № 11 и № 13.

Сбраживание квасного сусла дрожжами и молочнокислыми бактериями – 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 и в антагонистические отношения с дрожжами. Так, если в питательной среде высокая кислотность, ограниченное количество сахара, то условия для развития бактерий благоприятные, а жизнедеятельность дрожжей подавляется. Брожение квасного сусла на большинстве заводов ведут в открытых бродильных чанах. После слива общего сусла в бродильный чан добавляют 25% сахара от количества, предусмотренного рецептурой в виде сахарного сиропа концентрацией 60-65% сухих веществ и хорошо перемешивают. Затем вносят комбинированную закваску из чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Брожение ведут до понижения кислотности до 2,0-2,5 см³ 1 н. раствора щелочи на 100 см³ кваса. Температуру при брожении поддерживают 25-28°С. Длительность брожения составляет 14-16 ч. По окончании брожения необходимо сброженное сусло тщательно отделить от большей части дрожжей, для чего его охлаждают в бродильном чане до 6°С. При этом дрожжи оседают на дно чана и сброженное сусло осторожно, не задевая дрожжевого осадка, передают в купажный чан.

Брожение в бродильно-купажных аппаратах. Эта технология заключается в том, что брожение и купаживание кваса производится в закрытых бродильно-купажных аппаратах (рис. 10.2.).

Нижняя часть аппарата служит дрожжеотделителем. Охлаждение сусла в аппарате производится через водяную рубашку. В бродильно-купажный аппарат подают сусло, охлажденное до 30°С, добавляют 25% сахара в виде сахарного сиропа, чистые культуры дрожжей и

молочнокислых бактерий, аппарат герметически закрывают и ведут брожение в анаэробных условиях.

Выделяющийся углекислый газ сохраняется в квасе; пространство между крышкой и поверхностью бродящего сусла заполняется углекислотой, при этом создается давление 0,12-0,15 МПа. После брожения в течение 8 ч сброженное сусло охлаждают до 6-9°С. Основное количество дрожжей оседает в отделителе дрожжей, который от бродильной части отделен шибером. В аппарат добавляют для купажирования остальные 75% сахара в виде сиропа от всего его количества. Скупажированный квас изобарически разливают в автоцистерны или бочки. Хлебный квас, полученный в закрытых бродильных чанах, можно разливать и в бутылки.

Купажирование и розлив кваса. Купажирование заключается в смешивании сброженного кваса с сахарным сиропом и колером. Для этого в сброженное сусло в купажном чане добавляют остальное количество сахарного сиропа и, в случае необходимости, колер. Смесь тщательно перемешивают углекислым газом и выдерживают в купажном чане при охлаждении 30-60 мин; при этом квас охлаждается и частицы хлебоприпасов, попавшие со сброженным суслом из бродильного чана, осаждаются, одновременно оставшиеся дрожжи активизируются за счет добавления сахара.

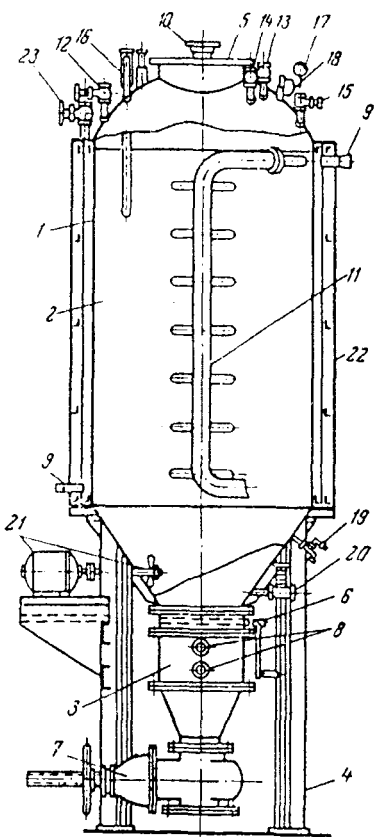


Рис. 10.2. Бродильно-купажный чан:

- 1 – корпус; 2 – рубашка; 3 – дрожжеотделитель; 4 – стойка; 5 – люк; 6 – двойное днище; 7 – сливной кран (задвигка); 8 – окна; 9 – вход и выход хладагента; 10 – отверстие; 11 – компенсатор; 12-15 – трубопроводы; 16 – термометр; 17 – манометр; 18 – датчик; 19 – пробный кран; 20 – штуцер; 21 – мешалка; 22 – изоляция; 23 – вентиль.

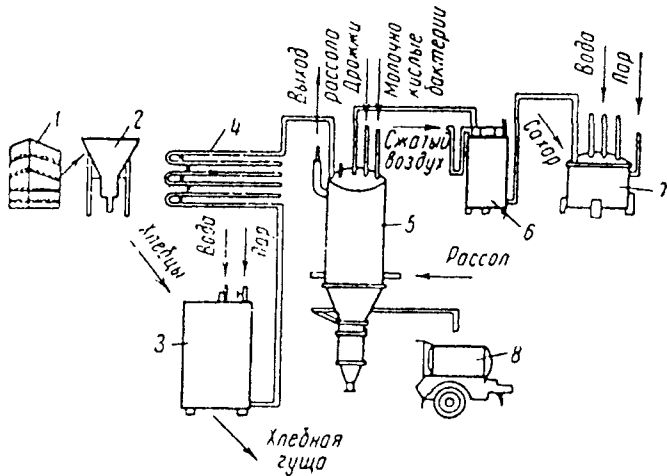


Рис. 10.3. Аппаратурно-технологическая схема производства хлебного кваса:

1 – стеллаж для квасных хлебцов; 2 – дробилка; 3 – настойный чан; 4 – холодильник; 5 – бродильно-купажный аппарат; 6 – дозатор сиропа; 7 – сироповарочный котел; 8 – автоцистерна.

Затем квас охлаждают в теплообменнике до $8-10^{\circ}\text{C}$ и разливают в транспортную тару: автоцистерны или деревянные бочки. Квас в таре выдерживают в экспедиции завода 6 ч для дображивания и насыщения углекислотой. После дображивания квас поступает в торговую сеть. Квас, полученный в закрытых бродильно-купажных чанах, в таре не дображивают. Его можно также разливать и в бутылки. Ведение брожения в закрытых бродильных аппаратах имеет целый ряд преимуществ, заключающихся в исключении попадания воздуха, улучшении стерильных условий, снижении времени приготовления кваса за счет снижения времени брожения.

Производство московского кваса. Московский квас готовят без предварительного сбраживания суслу. Известны два варианта приготовления этого кваса: с использованием первого квасного суслу и с использованием 10%-ного концентрата, который получают сгущением первого, второго и третьего суслу в вакуум-аппарате.

Первое суслу для производства московского кваса готовится одним из известных способов, но при добавлении к квасным хлебцам воды в меньшем количестве (6:1) или развариванием запарки ржаного солода и ржаной муки с меньшим количеством воды. Полученное суслу

в обеих случаях должно иметь относительную плотность по сахарометру, равную 4.

Для получения квасного концентрата общее сусло, полученное одним из двух способов (настояным или рациональным), должно иметь относительную плотность не менее 1,5 по сахарометру. Из сборного чана общее сусло засасывается в вакуум-аппарат, концентрируется при 50°С до относительной плотности 8-10. Готовый концентрат отправляется в промежуточный резервуар, из которого равномерно подается в купажные чаны. В купажном чане смешиваются первое квасное сусло или концентрат из трех сусел, все количество сахара (65%-ного сиропа), колер и молочная кислота. Полученная смесь размешивается до получения гомогенного раствора (купажного сиропа), который дозируется в бутылки дозировочным аппаратом в количестве 26% их емкости. Остальная часть заполняется газированной водой.

Стойкость московского кваса можно повысить пастеризацией. Для этого бутылки предварительно оставляют в термостате при 25°С на 14-16 ч. После этого их пропускают через пастеризатор, где на протяжении 60-80 мин температура повышается до 75°С, а после этого понижается до 15°С.

В последнее время в странах СНГ практикуется производство московского кваса из концентрата, содержащего 72% сухих веществ. Последний изготавливается на специализированных заводах, которые снабжают другие заводы по производству квасных напитков.

Пиво-квас. У пиво-кваса бывает режущий кисло-сладкий вкус с содержанием спирта 0,5% об. Исходными продуктами его приготовления являются ячмень, ржаной или пшеничный солод, сахар, сахарин, пекарские дрожжи или промытые пивные дрожжи, глюкоза и эссенция.

Сусло получают комбинированным способом. Дробленный солод прежде всего замачивают в воде в соотношении 1:5 при 70°С и осахаривают на протяжении 1 ч, затем варят, после чего дополнительно осахаривают при 70°С путем внесения части сусла и промывают для получения 5 л сусла из 1 кг солода. Готовое сусло должно содержать 2,5% сухих веществ по рефрактометру.

Для промышленного производства более рациональным является способ, при котором сусло производится из солодового сухаря.

Смешивают 6 кг сухарей и 100 л воды, смесь нагревают открытым паром в течение 2 ч, после чего отстаивают его. Прозрачное сусло декантируют. Сусло и остальные составные части (растворенные) процеживают через бронзовое сито, смешивают с водой в купажном чане (соответственно с рецептурой) и размешивают. Гомогенизированный

жидкий продукт разливают в бутылки с герметичными пробками. Бутылки устанавливают в ящики и переносят в термостат, где происходит брожение напитка в бутылках при 25-30°C в течение 36 ч. После достижения необходимой степени естественного газирования напитков готов для отправки в торговую сеть.

10.1.2. Производство бузы

Буза относится к несброженным или к слегка сброженным напиткам густой консистенции от светло-бежевого до темно-бежевого цвета, с приятным сладким, слегка режущим или слегка кислым хлебным вкусом и приятным специфическим хлебным запахом. Кислотность напитка (в пересчете на молочную кислоту) составляет от 0,3% на предприятиях и до 0,6% в торговой сети. В результате жизнедеятельности дрожжей сахаромицетов крымской бузы в ней образуется незначительное количество спирта и то только при нахождении напитка в торговой сети.

В изготавливаемой на предприятии бузе не допускается содержание спирта.

Стандартная буза содержит в среднем 83% воды и 17% сухих веществ. Последние состоят из углеводов (крахмала, декстринов, клетчатки, гемицеллюлозы), небольшого количества красящих веществ, гумминовых и слизистых веществ, воска, пентозанов, белков, жиров, органических кислот, витаминов и солей. Самый высокий процент сухих веществ бузы составляют углеводы (14%), которые и определяют ее питательную ценность.

Технологический процесс производства бузы состоит из следующих операций: прием и очистка сырья, дробление его, варка зерна, подготовка тары и розлив напитка.

В качестве сырья для приготовления бузы используется рожь, просо, кукурузный крахмал, сахар и вода. Очистку зерна производят как и при приготовлении солода. После механической очистки производят мойку зерна. Промытое зерно дробят на вальцевой или молотковой дробилке. После этого зерно разваривают, при этом производится тепловая обработка зерна. Варка зерна производится в автоклавах под давлением 588-784 *КПа*, которые оборудуются мешалками или без них, где нагрев производится открытым паром. Варка зерна при нагреве открытым паром длится 30-35 *мин*, а при закрытом – 69-120 *мин*. Затор, масса которого приобрела окраску, подобную цвету печеной хлебной корки и приятный хлебный запах, быстро передают в холодильник и

охлаждают при перемешивании. Когда температура становится ниже 35°C, затор разводится водой до 8% сухого вещества по рефрактометру, при этом его температуру снижают до 20°C.

Охлажденный и разведенный затор медленно выпускают в цедильную машину, которая представляет собой решетчатое цилиндрическое сито, у стенок которого вращается 2-4 симметрично расположенных к валу лопасти мешалки (рис. 10.4). Отделение жидкой фазы осуществляется под действием центробежной силы.

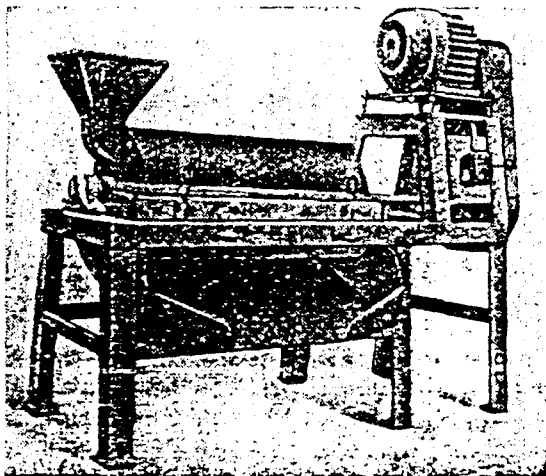


Рис. 10.4. Цедильная машина (ситовой центробежный фильтр).

Прошедшая через отверстия сита каша стекает вниз по лотку, а дробина выбрасывается через отверстие на краю барабана, расположенному с противоположной стороны от загрузочного бункера. В качестве цедильной машины возможно использование протирочных машин консервного производства. Разведенная и процеженная буза подслащивается сахаром, его содержание доводится до 10%. В теплую погоду бузу подслащивают незадолго до отправки в торговую сеть. Если готовится буза, подслащенная сахарином, для стимулирования брожения добавляют хлебопекарные дрожжи.

Розлив бузы осуществляют в подготовленную тару – стеклянные бутылки или алюминиевые бидоны. Хранится буза в холодильниках или в помещениях с температурой ниже 4°C.

Спиртовое брожение бузы вызывается специальными дрожжами *Saccharomyces busae tauricae*, а молочнокислое брожение – молочнокислыми бактериями крымской бузы *Lact. busae tauricae*, разновиднос-

тью бактерий Дельбрука. Эти бактерии попадают в бузу главным образом из воздуха. Самая благоприятная температура их размножения 26-28°C.

В результате спиртового брожения образуется этиловый спирт и углекислота, насыщающая бузу, а в результате молочнокислого брожения – молочная кислота, которой буза обязана своим свежим и приятным вкусом. Максимально допустимое количество спирта в бузе в торговой сети – до 0,5%, а молочной кислоты – до 0,6%.

Полный цикл производства бузы на современной технологической линии показан на рис. 10.5. Из силоса 1 зерновые продукты поступают в отделение очистки от примесей. Это происходит в воздушно-ситовом сепараторе 2, магнитном сепараторе 3, триере 4 и в барабанной моечной машине 5. Очищенное зерно дробится, если нужно, на вальцовой дробилке 6 и через автоматические весы 7 поступает в автоклав 8. Чтобы обеспечить непрерывность процесса, обычно используются два автоклава, один из которых находится в процессе подготовки, а другой – в действии.

Сваренный затор поступает в холодильник 9, где остывает до температуры ниже 20°C, после чего через буферные чаны 10 передается в цедилку 11 для отделения дробины. Процеженная неподслащенная буза поступает в охлаждаемый расходный резервуар 12 или в буферные чаны 10, где подслащивается сахаром. Из буферных резервуаров бузу подают на линию розлива 13.

10.1.3. Производство браги

Сырьем для получения браги служит сухой квас, сухой ржаной солод, сахар и хмель в количествах, предусмотренных рецептурой. Производство браги состоит из следующих операций:

приготовление сусла ⇒ главное брожение ⇒ дображивание ⇒ купаживание ⇒ розлив браги

Сусло для браги готовят из сухого кваса и ржаного солода, как и для получения кваса. Общее сусло для браги должно содержать не менее 2,5% сухих веществ; объем сусла должен быть равен количеству изготавливаемой браги. Сусло охлаждают до 25°C и подают его для главного брожения в бродильный чан; в сусло вносят 25% сахара в виде сахарного сиропа и добавляют в качестве возбудителя брожения хлебопекарные дрожжи. Главное брожение проводят при 25°C, чтобы снизить первоначальную концентрацию сусла на 1,5-2% (по сахарометру). Длительность главного брожения около 12-16 ч. После главного

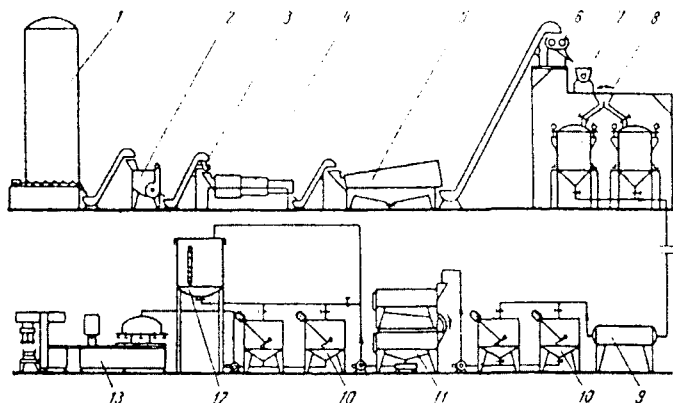


Рис. 10.5. Аппаратурно-технологическая схема производства пива:

1 – силос для хранения зерновых продуктов; 2 – воздушно-ситовой сепаратор; 3 – магнитный сепаратор; 4 – триер; 5 – барабанная моечная машина; 6 – дробилка; 7 – автоматические весы; 8 – автоклавы; 9 – трубчатый холодильник; 10 – буферные промежуточные каналы; 11 – ситовой фильтр; 12 – охлаждаемый промежуточный резервуар для посласенной пива; 13 – линия розлива пива.

брожения брагу охлаждают до 6°C и перекачивают, не затрагивая осадка дрожжей, в другой бродильный чан для дображивания. В молодую брагу добавляют еще 25% сахара от всего его количества в виде сиропа и отвар хмеля. Брагу дображивают при $10-12^{\circ}\text{C}$ в течение суток до снижения концентрации на 2-3% (по сахарометру). Затем ее вторично охлаждают до $4-6^{\circ}\text{C}$ и перекачивают, не задавая осадка дрожжей, в купажный чан, куда добавляют 50% сахара от всего его количества в виде сиропа и колер. Полученную брагу перемешивают углекислотой и разливают в автоцистерны и бочки.

Выпускаемая брага должна быть непрозрачной и иметь хлебно-хмелевой вкус и аромат, плотность (по сахарометру) не ниже 5,6%, кислотность 1,5-3,5; содержание спирта до 1,5 вес. %.

10.1.4. Фруктовые сброженные напитки

К этой группе относятся все освежающие напитки, являющиеся продуктом незаконченного брожения фруктовых и овощных соков и экстрактов. Они содержат от 2 до 6% спирта, характеризуются ароматом исходного сырья, приятным специфическим вкусом и содержанием биологической углекислоты.

Способы приготовления отдельных видов фруктовых и овощных сброженных напитков характеризуется специфическими особенностями, которые касаются различных операций технологического процесса. Так, один вид сырья дробится после мытья, его сок отделяется прессованием и подвергается сбраживанию, другой вид сырья режется на части и подвергается в таком виде брожению, после чего отделяется жидкая фаза, третий вид сырья экстрагируется водой, к экстракту которого добавляется сахар, после чего он подвергается брожению.

Бродильный процесс также имеет свои особенности. С увеличением длительности процесса брожения уменьшается сладкий вкус продукта и увеличивается содержание спирта, которое без добавления сахара не превышает 3%. Чтобы замедлить процесс брожения, иногда к сбраживаемому материалу добавляют определенное количество горчицы, обладающей выраженным бактерицидным действием. С этой же целью в конце брожения добавляют сахар или продукт охлаждают.

Характерным для производства большинства овощных сброженных напитков является то, что при сбраживании к овощному соку или экстракту добавляют поваренную соль в количестве 2-2,5%, что способствует преобладанию молочнокислого брожения. При накоплении 1-1,5% молочной кислоты размножение других форм микроорганизмов сводится к минимуму. Поэтому большинство овощных сброженных напитков имеет кисло-соленый вкус. Для смягчения вкуса часто после брожения к овощным напиткам добавляют сахар.

Брожение приостанавливается фильтрацией и искусственным насыщением углекислотой сбраживаемого продукта. Для повышения стойкости слабоалкогольных фруктовых и овощных напитков их подвергают горячему розливу и пастеризации в бутылках.

Фруктовые сброженные напитки. К ним относятся: яблочный сброженный напиток (яблочный сидр), грушевый напиток ("Грушевый квас", "Детская пена", "Крушеница" и др.), виноградный сброженный напиток, шиповниковый сброженный напиток и др.

Яблочный сброженный напиток (яблочный сидр) является самым распространенным напитком. Под названием яблочного сидра в различных странах встречаются много разнообразных яблочных напитков, среди них несброженный газированный яблочный сок и сброженные в различной степени яблочные напитки, которые также могут быть газированными.

В США, например, известны несброженный сидр (Sweet cider) и сброженный сидр (Hard cider), а в странах СНГ, Англии и Франции сидр – яблочное вино с содержанием спирта не менее 3,5% об.

Технологические процессы производства яблочного сидра включают следующие процессы: прием и хранение яблок в плодохранилище; предварительная обработка плодов (мойка, инспекция, дробление); извлечение сока (стекание, прессование); осветление сока (фильтрация, центрифугирование или осветление с помощью препаратов); сбраживание сока; насыщение сока углекислотой и подслащивание (не всегда); розлив и укупорка; оформление продукции.

Переработка яблок для выделения сока производится на современных поточных линиях переработки яблок с извлечением сока на стекателях и прессах непрерывного действия. Сок осветляют на центрифугах или методом отстоя с применением минеральных и органических материалов для улучшения процесса осветления. Сбраживают сок на дрожжах, которые сбраживают часть сахара в спирт и углекислый газ. При неполном сбраживании остановку брожения осуществляют охлаждением и отделением дрожжей от бродящего сусла. При длительном хранении продукта производят пастеризацию. Когда сидр является продуктом законченного брожения и углекислый газ уходит из продукта, тогда сидр искусственно насыщают (карбонизируют) углекислотой.

Сидр расфасовывают в бутылки, как и газированные безалкогольные напитки.

Готовый сидр, выпускаемый в странах СНГ, должен содержать 4,5-7% об. спирта, 5-8 г/дм³ кислоты (в пересчете на яблочную), не более 1 г/дм³ летучих кислот и сахара 50 г/дм³ (в полусухом сидре).

В США производится сидр с содержанием спирта менее 1% об.

Грушевый напиток выпускается в странах СНГ под названием "Грушевого кваса", в Болгарии – "Крушеница".

Технологический процесс приготовления грушевого сброженного напитка охватывает следующие операции: подготовка сырья, получение сока, осветление сока, брожение, пастеризация, карбонизация, фильтрация, розлив и оформление готовой продукции.

Полученный напиток характеризуется натуральным фруктовым вкусом и ароматом. Его показатели: общая кислотность 5,5 г/дм³, содержание сахаров 8,14 г/100см³, свободного диоксида серы 9 мг/дм³, спирта 4,0% к массе, pH 3,13.

Напиток является натуральным. При его производстве происходит в основном спиртовое брожение с частичным молочнокислым. Напиток потребляется во второй половине главного брожения, когда насыщен углекислотой. Он характеризуется кисло-сладким приятно режущим вкусом и желто-зеленоватым цветом.

Виноградный сброженный напиток. Под этим названием известны различные напитки – продукты первоначального брожения виноградного сока. Низкая спиртозность (менее 3%) и высокое содержание легко усваиваемых сахаров, витаминов, минеральных солей и биологически активных дрожжей делает их ценными для организма напитками. Виноградный сброженный напиток готовят двумя способами: путем замедления брожения и путем остановки брожения.

Для получения качественного напитка путем замедления брожения предпочитают богатые сахаром ароматические сорта винограда. Плоды должны быть свежими и здоровыми. Их хорошо отмывают от препаратов, которыми опрыскиваются. Когда содержание танина в них высокое, гребни отделяют от ягод.

Ягоды (или целые грозди) помещают в чаны и заливают виноградным концентрированным соком, сгущенным варкой в открытой посуде или в вакуум-аппарате. Для замедления брожения применяют горчичные семена или муку, а иногда корень или целое растение хрена, обладающих бактерицидным действием за счет содержания в них синергина (мироната калия). Количество синергина, которое необходимо добавить для замедления брожения без изменения вкуса напитка, 1 г/л.

Брожение начинается при температуре, характерной для ранней осени (20-25°C), которое при наличии синергина развивается настолько медленно, что длится до конца декабря. Количество образовавшегося спирта достигает 8% об. Производство такого напитка широко распространено в Болгарии.

Известно также производство сладкого виноградного напитка "сладкое вино". Его получают путем замедления или прекращения брожения с помощью химического консервирующего вещества бензоата натрия (0,1%) или салициловой кислоты (0,2%). Этот способ приготовления напитка обладает тем преимуществом, что виноградное сусло может быть обработано консервирующими веществами отдельно от выжимки, а после этого его фильтруют и разливают как готовую продукцию. Серьезным недостатком является то, что консервирующий агент всегда сказывается отрицательно на вкусе напитка, а, кроме того, напиток лишается дрожжевых клеток, которые являются полезной биологической составной частью напитка, полученного первым способом.

Шиповниковый сброженный напиток. Его получают сбраживанием подслащенного экстракта из свежих или сухих плодов. Готовая продукция характеризуется приятным сладко-жгучим вкусом, ярко выраженным освежающим действием и высоким содержанием витаминов С, А и РР.

Процесс получения шиповникового напитка охватывает следующие операции: подготовку сырья, приготовление сахарного сиропа, смешивание плодов и сиропа, брожение сусла на хлебопекарных дрожжах.

Свежие или сухие плоды шиповника сортируют, моют вручную для отделения околоцветников. Очищенные плоды ополаскивают, дробят и помещают в бродильный чан. Сухие плоды моют и загружают непосредственно в бродильный чан.

Сахарный сироп готовят горячим способом прибавлением к 1 кг свежих или 0,5 кг сухих плодов 7 л воды, 0,6 кг сахара и 0,006 кг лимонной или винной кислоты.

Сахар и вода варятся 25 мин, за 5 мин до конца варки прибавляется кислота. После охлаждения сиропа до 25°C им заливают плоды шиповника.

Для правильного проведения брожения нужно прибавить на каждый килограмм плодов шиповника по 5-10 г пекарских дрожжей, предварительно разведенных в теплой воде. Всю массу размешивают и оставляют бродить при 20-25°C. Происходит спиртовое брожение и напиток насыщается углекислотой.

Шиповниковый напиток потребляется уже в период главного брожения, раньше, чем количество спирта в нем достигнет 2% об.

Низкое содержание спирта и высокое содержание витаминов делает шиповниковый напиток особенно ценным для детей.

Другие фруктовые сброженные напитки. Существует целый ряд фруктовых сброженных напитков, которые по способу приготовления напоминают описанные выше.

Подобно яблочному сидру, например, за рубежом готовят так называемые пунши на основе яблочного сока, к которому добавляют соки одной или нескольких ягод (клубники, вишни, малины, смородины) для облагораживания и обогащения вкусовых качеств напитка. Известны пунши как газированные, так и слабоалкогольные сброженные напитки. Многие из них готовят в домашних условиях.

Подобно "Крушевнице" в Болгарии готовят яблочный напиток с горчицей. Когда употребляют кислицы, то к воде, которой заливают плоды, добавляют сахар и герань (*Pelargonium roseum*) для запаха.

Известно также получение сброженного напитка из сока дынь, который обладает сильным диуретическим действием. Продукт содержит 7% экстракта, 2,75% фруктозы, 2% глюкозы, 4,8% сахарозы, 0,015% фосфата, pH 5,9.

В Болгарии изготавливают напитки, похожие на шиповниковый напиток – вино черничное, малиновое и смородиновое с низким содержанием спирта. Если их выдерживать более длительное время, напитки превратятся в настоящие фруктовые вина.

Подобные слабоалкогольные напитки изготавливаются в тропических странах. Таковы, например, слабо сброженный сок сахарного тростника (Южная Америка), напиток “Саго”, полученный методом экстракции из крахмалистой пальмы “Зонт” (остров Цейлон). напиток “Пулкве” из растения “Агава” (Мексика) и др. Все они являются продуктом неполного спиртового брожения, обладают ценными вкусовыми и ароматическими свойствами и высокой питательной и биологической ценностью. Они содержат около 2% спирта.

10.1.5. Овощные сброженные напитки

Низкое содержание сахара в большинстве овощей ограничивает их использование в качестве основного материала для приготовления сброженных напитков. Тогда как при переработке фруктов с высоким содержанием сахара (15-24% сахара) принимаются меры для ограничения брожения обычно добавлением антибиотиков, то при переработке овощей, имеющих низкое содержание сахара (3,5-6,5%), нужно принимать меры для подавления вредных микробиальных процессов, создавая благоприятные условия для протекания молочнокислого брожения. Такие условия создаются главным образом добавлением 2,5% поваренной соли к общему количеству продукта и воды с поддержанием температуры в пределах 15-20°С. К этим условиям – температуре и осмотическому давлению, создаваемому солью, – легче всего приспособляются молочнокислые бактерии. При увеличении температуры свыше 24°С и при добавлении меньшего процента соли (ниже 1,7%) быстро развиваются другие виды брожения (манитное, маслянокислое) или гнилостные процессы, которые приводят к порче продуктов.

В некоторых странах производятся пастеризованные смешанные овощные соки. Их основой является капустный сок, к которому добавляются другие свежие соки овощей, хорошо сохраняющихся зимой, таких как морковь, репа, белые корни, и часто – томатный концентрат. Полученные напитки характеризуются острым вкусом и высоким содержанием витаминов.

Для приготовления овощных соков употребляются овощи, очищенные от непитательных составных частей: капуста – от кочерыжки и верхних листьев; корнеплоды – от ботвы и корней; листовые овощи –

от стеблей и пр. Одновременно с этим удаляются непригодные экземпляры.

Мойка корнеплодов и листовых овощей проводится перед очисткой, а капусту – после очистки. Капусту перед диффузией шинкуют, а некоторые твердые овощи пропускают через машину для прокаливания.

Брожение проводится в деревянной посуде (чанах), емкость которых, в зависимости от мощности завода, может быть от 20 до 100 м³. Продукт загружают в бродильный чан, после чего чан закрывают крышкой. Чан заливают холодной водой.

К продукту прибавляется необходимое количество поваренной соли (2,5% по массе). Предпочтительно, чтобы соль была предварительно растворена в теплой воде до насыщения и чтобы раствор был профильтрован. При приготовлении солевого раствора нужно иметь в виду, что при различных температурах в нем содержится различное количество соли.

Содержание поваренной соли в 100 г насыщенного раствора при 100°С – 28,2; при 80°С – 27,6; при 60°С – 27,1; при 50°С – 26,9; при 40°С – 26,7; при 30°С – 26,5; при 20°С – 26,4; при 10°С – 26,3.

Не следует допускать более высокой концентрации соли в бродильном чане, так как может быть угнетено молочнокислое брожение и ухудшится вкус напитка.

После прибавления рассола и воды производят размешивание раствора с помощью насоса для гомогенизации и насыщения воздухом, который необходим в начале брожения. При нормальной температуре (15-20°С) брожение длится три недели, причем в напитке накапливается до 1,5% молочной кислоты. Этот процент допускается, когда капустный сок подлежит купажированию с другими свежими соками. Если он используется отдельно, то должен содержать 1,2-1,4% молочной кислоты и 1,8% соли. При этом соотношение кислоты и соли у него бывает самый пикантный вкус.

В целях повышения стойкости при длительном хранении овощного напитка и во избежание существенного изменения его состава он подвергается дополнительной обработке, заключающейся в фильтровании, моментальном нагревании и охлаждении, центрифугировании и повторной фильтрации через стерильный фильтр. Эта технология является более удачной в случае применения смешанных напитков, в которые со свежими соками вносится достаточно вкусовых веществ. Капустный сок непосредственно после брожения имеет лучший состав, естественный свежий вкус и насыщен углекислотой.

Сброженные овощные напитки становятся неустойчивыми под воздействием света. Чтобы сохранить вкусовые качества, розлив овощных напитков производится в темную тару.

Сброженные овощные напитки можно ароматизировать различными пряностями, а в некоторых странах их подслащивают сахаром и перед розливом искусственно насыщают углекислотой.

При сбраживании большая часть растворимых веществ переходит в сок.

В таблице 10.1 дается химический состав свежей капусты, кислой капусты и капустного настоя (вытяжки).

Зимой, когда недостает свежих фруктов и овощей, овощные напитки являются особенно ценными источниками витаминов.

Таблица 10.1.

Состав и показатели	Свежая капуста	Кислая капуста	Настой капусты
Вода	91,45	–	–
Сахар	3,95	0,78	0,69
Титруемая кислотность	0,16	1,48	1,67
Уксусная кислота	–	0,40	0,45
Молочная кислота	–	1,37	1,45
Этиловый спирт	–	0,48	0,50
Кальций	0,085	0,042	0,043
Фосфор	0,052	0,027	0,025
Витамин С	0,035	0,016	0,019
Клетчатка	0,73	0,92	–
Зола	0,71	2,77	–
Белковые вещества	1,70	1,00	–

10.1.6. Сброженные освежающие напитки из пчелиного меда

Они являются продуктом неоконченного спиртового брожения водного раствора пчелиного меда, хмеля и сахара и бывают светло-желтого цвета с различной степенью золотистого оттенка, имеют вкус хмеля (горечь) и аромат, характерный для меда.

Медовые сброженные напитки распространены в странах СНГ, где потребляются напитки “Мед”, “Медок” и “Украинский медок”. Первый из них слабоалкогольный (3% спирта), а два других являются средними

продуктами между безалкогольными и алкогольными напитками (5-6% спирта).

Производство сброженных напитков из пчелиного меда охватывает следующие процессы : приготовление медово-сахарного раствора; брожение раствора; выдержка напитка; расфасовка и оформление напитка.

В чане-смесителе кипятится необходимое количество воды, целая доза меда вносится сразу при временной остановке кипения. Пускается в действие мешалка до полной гомогенизации смеси.

После окончания размешивания удаляют всплывшие на поверхность составные части меда и воск. Сахар вводится в виде сиропа, после чего добавляется вода до определенного объема, 40% предусмотренной рецептурой дозы хмеля и смесь кипятится еще 30 мин. После этого добавляется еще 40% дозы хмеля и кипение продолжается до достижения необходимой концентрации.

Полученный раствор фильтруют через рамный фильтр, охлаждают до 16-18°C в пластинчатом теплообменнике и передают в бродительный цех.

Брожение производят на хлебопекарных дрожжах. Для активизации дрожжей их размешивают в подогретом растворе меда и выдерживают в теплом помещении до появления пузырьков. Для брожения задают 40-50 г пекарских или 20-25 г пивных дрожжей на 100 л раствора. После внесения дрожжей к раствору прибавляют остальное количество хмеля (20% дозы), заключенное в полотняный мешочек.

Процесс сбраживания прекращают при достижении соответствующей плотности напитка, определенной рецептурой. После этого напиток охлаждают до 4-5°C в течение 24-36 ч, дрожжевые клетки оседают, а жидкость над ними декантируют в специальные емкости.

Выдержка напитка производится 15-20 дней при 7-10°C. Температура регулируется с помощью змеевика, установленного на дне чана.

Характерным для напитков "Медок" и "Украинский медок" является их фильтрация для удаления дрожжей, осевших после 30-суточной выдержки.

Перед розливом все медовые напитки фильтруют через мелкопористый фильтр для окончательного удаления дрожжей.

Тонкий аромат, приятно-сладкий режущий вкус и нежный светложелтый цвет медовых напитков делает их освежающими и пикантными.

Расфасовка медовых сброженных напитков осуществляют в обычную тару с кронен-пробками или в бутылки, укуповываемые пластмассовым колпачком. Кроме того, их можно расфасовывать в 50-лит-

ровые бочки. Медовые напитки хранят в темных помещениях при температуре не выше 10°C.

10.2. Производство безалкогольных напитков

Безалкогольных напитков изготавливают больше 40 наименований. По составу и способу производства различают следующие виды безалкогольных напитков: газированные (фруктовые воды), негазированные, сухие, искусственные минеральные воды.

Газированные напитки представляют собой насыщенные углекислотой водные растворы смеси плодово-ягодных соков, настоев цитрусовых плодов, сахара, пищевых кислот, красителей и других составных частей. За последние годы создан ряд газированных напитков с аскорбиновой кислотой (витамином С).

Негазированные напитки представляют собой растворы таких же смесей, разбавленных газированной водой.

Сухие безалкогольные напитки представляют собой таблетки или порошки, содержащие сахар и другие вещества. Растворением таблетки в стакане обычной питьевой воды получают готовый напиток. Искусственными минеральными водами называют воду, газированную углекислым газом, в которой растворено небольшое количество минеральных солей.

10.2.1. Сырые материалы

Сырьем для производства безалкогольных напитков являются вода, плодово-ягодные полуфабрикаты, сахар, сахарин, пищевые кислоты, жидкая углекислота, ароматические вещества, красители, вина и коньяки, минеральные соли.

Вода. Вода должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Важным показателем качества воды в производстве безалкогольных напитков является ее бактериологическая чистота: общее количество бактерий в 1 см³ не более 100, титр-коли при централизованном водоснабжении не более 300 см³ или коли-индекс – не более 3; для местных источников водоснабжения титр-коли должен быть не менее 100 см³. Жесткость воды должна быть не выше 1,426 мг-экв/л (4° жесткости), предельно допустимая – 3,5656 мг-экв/л (10°). Вода с более высокой жесткостью подлежит исправлению.

Плодово-ягодные полуфабрикаты. В производстве безалкогольных напитков применяют плодово-ягодные соки и экстракты. Плодо-

во-ягодные соки (вишневый, клубничный, малиновый, яблочный, земляничный, абрикосовый и др.) получают из ягод, косточковых и семечковых плодов прессованием и последующим консервированием спиртом, как и для ликероводочного производства. Применяют также сброженные соки, которые называют морсами. Для сохранения сока насыщенного углекислым газом его содержат под давлением. Такой сок хранится 1,5-2 года, не теряя ни вкуса ни аромата. При 0,7-0,8 МПа растворяют в каждых 100 л сока 750-800 л углекислого газа, чтобы сохранить содержание в 100 л 1,5 кг CO₂.

Фруктово-ягодные экстракты получают упариванием соков под вакуумом до плотности 1,2-1,3, что соответствует содержанию сухих веществ 44-62%. Такие соки получают прессованием или диффузионным методом. При хранении до уваривания соки сульфитируют.

Сахар применяют по качеству с теми же требованиями, что и для ликеро-наливочного производства.

Сахарин – это имид ортосульфобензойной кислоты C₇H₅NO₃S – белый или слегка желтоватый кристаллический порошок. Применяют его только при изготовлении напитков для людей больных сахарным диабетом. Он в 450-500 раз слаще сахара, но пищевой ценностью не обладает.

Пищевые кислоты применяют для придания напиткам приятного вкуса, применяют чаще всего лимонную, реже виннокаменную, молочную, яблочную и триоксиглутаровую кислоты. Кислоты придают напиткам большую стойкость и лучше утоляют жажду. Лимонная, виннокаменная, яблочная и триоксиглутаровая кислоты выпускаются в кристаллическом виде, молочная кислота – в жидком виде 40%- и 70%-ной концентрации.

Жидкая углекислота придает безалкогольным напиткам острый, освежающий (щиплющий) вкус, игристость и пенистость. Одновременно она служит консервирующим средством.

Ароматические вещества применяют в виде натуральных, синтетических эссенций и настоев. Натуральные эссенции представляют собой водно-спиртовые растворы лимонного, апельсинового, мандаринового, бергамотового и розового эфирных масел. Синтетические эссенции – это водно-спиртовые растворы синтетических душистых веществ. В состав синтетических эссенций входят сложные эфиры (этилацетат, амилацетат, этилвалерианат, амилвалерианат) и ароматические вещества других групп (ванилин, кумарин, бензальдегид, цитраль и др.). В производстве некоторых напитков применяют непосредственно ванилин или кумарин. Настои получают настаиванием цедры

цитрусовых плодов на водно-спиртовой смеси. При настаивании извлекают эфирные масла, которые у цитрусовых плодов сосредоточены в цедре. Настаивание производят дважды. Для первого настаивания применяют водно-спиртовую смесь крепостью 80% об., для второго – крепостью 75% об. в количестве 2,5 л на 1 кг цедры. Настаивание длится: первое – 15 сут при температуре 10°C, второе – 20 сут.

В качестве **красителей** применяют сахарный колер и энокра-ситель.

Виноградные вина: херес, портвейн, рислинг, алиготе и др. Применяют для приготовления некоторых безалкогольных напитков.

Коньяки: три звездочки, четыре и пять звездочек применяют для приготовления напитков “юбилейный” и “выставочный”.

Для приготовления искусственных минеральных вод применяют углекислый натрий, хлористый магний, сернокислый магний.

10.3. Производство безалкогольных газированных напитков

Безалкогольные газированные напитки выпускают таких видов: газированные, фруктовые, натуральные высшего качества; газированные на синтетических эссенциях, газированные десертные. Газированные, фруктовые, натуральные напитки – это водные растворы смесей плодово-ягодных соков или экстрактов, ароматических веществ, пищевых кислот, красителей и сахарного сиропа. Фруктовые напитки высшего качества содержат до 11% сахара, 10-14% плодово-ягодных соков. Фруктовые напитки обычного качества содержат 7-8% сахара и до 10% плодово-ягодных соков. Газированные напитки на синтетических эссенциях – это водные растворы смесей синтетических эссенций, пищевой кислоты, красителей и сахарного сиропа. Содержание CO_2 в напитках не ниже 0,4% вес.

Газированные десертные напитки – водные растворы смесей виноградного вина, коньяка, плодово-ягодных соков, цитрусовых настоев.

Безалкогольные газированные напитки разливают в стеклянные бутылки емкостью 0,5 и 0,33 л и в пластмассовые – 0,5–2 л.

Производство безалкогольных напитков включает операции: приготовление сахарного сиропа; приготовление газированной воды; приготовление, фильтрация купажного сиропа и розлив напитков.

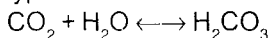
Приготовление сахарного сиропа производят горячим способом концентрацией 60-65% сухих веществ. При приготовлении сахар-

ного сиропа с инверсией сахарозы допускается повышение концентрации до 72-75% сухих веществ. Для инверсии сахарозы в охлажденный до 80-90°C сироп вводят пищевую кислоту. Качество напитков, приготовленных на инвентированном сахарном сиропе, выше, он обладает более мягким и приятным вкусом и менее резкой сладостью.

Приготовление газированной воды производят по схеме:

охлаждение ⇒ **насыщение углекислым газом** ⇒ **розлив**

Процесс насыщения воды и напитков углекислым газом называется сатурацией. Растворение газа в жидкости называется абсорбцией, которая протекает по уравнению



Чем ниже температура воды, тем больше растворяется в ней углекислоты. С повышением температуры уменьшается растворимость CO_2 , как и других газов.

Присутствие в воде воздуха резко снижает растворение в ней углекислоты, поэтому перед газированием производят деаэрацию воды, т.е. удаление воздуха. Воду перед подачей на сатуратор охлаждают до 4-6°C и проводят деаэрацию созданием вакуума. Насыщение воды углекислотой производят при 0,4-0,6 МПа.

Приготовление и фильтрацию купажного сиропа производят в закрытом смесителе (купажоре) холодным, горячим и полугорячим способами.

Для приготовления сиропа горячим способом в сироповарочный котел набирают все количество плодово-ягодного сока или раствора экстракта и вина и нагревают до 50-60°C, после чего в котел засыпают при перемешивании по частям все количество сахара. По достижении полного растворения сахара раствор доводят до кипения, добавляют раствор кислоты и кипятят 30 мин, удаляя образующуюся пену. Затем раствор в горячем состоянии фильтруют, охлаждают до 12°C и добавляют остальные составные части, предусмотренные рецептурой и предварительно профильтрованные. Полученный купажный сироп тщательно перемешивают.

Приготовление купажного сиропа полугорячим способом производят таким же образом, как и горячим, но в сироповарочный котел набирают от 50 до 70% сока или вина, предусмотренного рецептурой. Остальные 30-50% сока или вина добавляют в сироп после охлаждения.

Холодный способ имеет то преимущество, что при нем полнее сохраняются ароматические вещества, но его недостаток – небольшая стойкость сиропа (в летнее время одни сутки). При приготовлении напитков на citrusовых настоях, натуральных или синтетических эссенциях

применяют холодный способ приготовления купажного сиропа. В случае плохого осветления плодово-ягодных соков или вин купажный сироп готовится горячим способом.

Розлив напитков производят по схеме:

налив порции купажного сиропа \Rightarrow **долив газированной воды**
 \Rightarrow **укупорка бутылок** \Rightarrow **перемешивание содержимого бутылок**
 \Rightarrow **бракераж** \Rightarrow **наклеивание этикеток**

Купажный сироп перекачивают в мерные напорные баки, из которых его передают на розлив. Для каждого вида напитка рассчитывают дозу сиропа на бутылку по формуле:

$$D = \frac{BV}{A},$$

где D – доза купажного сиропа на бутылку, $см^3$; B – емкость бутылки, $см^3$; 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 емкостью 0,5 л его потребовалось 100 $см^3$. Сироп наливают в чистые бутылки, затем их доливают на разливной машине до номинальной емкости предварительно газированной водой. Воду доливают во избежание потерь углекислоты под давлением. Затем бутылки укупоривают кронен-пробкой со специальной уплотнительной прокладкой. Для получения однородной смеси тотчас после укупорки содержимое бутылок перемешивают взбалтыванием в автомате-смесителе. После перемешивания напиток проходит бракераж, на бутылки наклеивают этикетки и укладывают в ящики.

10.3.1. Аппаратурно-технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков

Организация производства и оснащение заводов безалкогольных напитков соответствует схеме (рис. 10.6).

Поступивший на завод сахар в мешках перемещается с помощью электрокаров на склад и укладывается в штабеля. Сахар при подаче на производство взвешивают на автоматических весах и подают подъемником к бункеру-силосу для хранения. Из бункера сахар самотеком поступает на автоматические весы, а затем в сироповарочный аппарат. Сироп посредством монжю подают через фильтр и холодильник в баки-мерники, расположенные на предкупажной площадке, и направ-

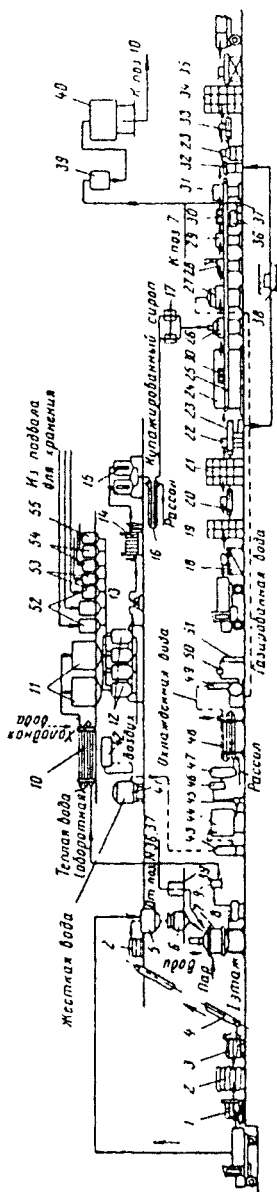


Рис. 10.6. Технологическая схема производства безалкогольных напитков:

1 – электрокара; 2 – штабеля сахара; 3 – весы; 4 – подъемник; 5 – бункер-силос; 6 – автоматические весы; 7 – сироповарочный аппарат; 8 – монжо; 9 – фильтр; 10 – холодильник; 11 – сборный бак; 12 – кулажер; 13 – насос; 14 – фильтр; 15 – сборник-мерник купажного сиропа; 16 – холодильник; 17 – напорный мерник купажного сиропа; 18 – рольганг; 19 – приемные кабины со штабелями ящиков; 20 – ленточный транспортер; 21 – штабеля бутылок; 22 – автоматы для выемки бутылок из ящиков; 23 – ленточный транспортер; 24 – бутылкомоечная машина; 25 – пластинчатый транспортер; 26 – сироподозировочный автомат; 27 – разливающий автомат; 28 – укупорочный автомат; 29 – смесительная машина; 30 – бракеражный автомат; 31 – этикетировочный автомат; 32 – автомат для укладки бутылок в ящики; 33 – ленточный транспортер; 34 – штабеля с готовой продукцией; 35 – передвижной транспортер; 36 – ванна для слива браки; 37 – центробежный насос; 38 – шприцевая мойка; 39 – сборник браки напитков; 40 – вакуум-аппарат; 41 – ионообменный фильтр; 42 – сборник для восстановления анионитов; 43 – угольно-песочный фильтр; 44 – сборник смягченной воды; 45 – центробежный насос; 46 – свечной фильтр; 47 – деаэрактор; 48 – противоточный холодильник; 49 – сатуратор; 50 – редукционный вентиль; 51 – баллон углекислоты; 52 – сборник-мерник для соков; 53 – сборник-мерник для настоев; 54 – сборник-мерник для экстрактов; 55 – сборник для раствора красителя.

ляют в купажи. Приготовленный купаж насосом или посредством монжю подают на фильтр, а затем в сборники-мерники. Из сборников купажный сироп через холодильник подают в напорные мерники, расположенные недалеко от автомата-дозатора сиропа.

Порожняя посуда по рольгангу поступает в приемные кабины и по мере надобности передается ленточным транспортером в посудный цех на штабелировку или направляется прямо в моечное отделение. Здесь автомат вынимает бутылки из ящиков для загрузки в бутылкомоечную машину, а порожние ящики ленточным транспортером перемещаются к автомату для укладки готовой продукции в ящики, проходя на пути шприцевую мойку.

Вымытые бутылки пластинчатым транспортером подаются к сироподозировочному автомату, затем разливочному автомату, где наполняются газированной водой, после чего тем же транспортером перемещаются к укупорочному автомату, затем к смесительной машине, этикетировочному автомату и автомату для укладки.

На пути движения бутылок от моечной машины до укладочного автомата установлено два автомата для бракеража. Первый из них предназначен для бракеража вымытых бутылок, а второй – для готовой продукции перед этикетировкой. Ящики с готовой продукцией ленточным транспортером передаются на склад для штабелировки, откуда готовая продукция отгружается потребителю с помощью передвижного транспортера.

С целью сокращения потерь сухих веществ под пластинчатым транспортером устанавливается ванна для слива брака напитков, который центробежным насосом передается в специальный сборник и направляется в сироповарочный аппарат или осветляется в сборнике, а затем передается в вакуум-аппарат для уваривания. Упаренный сироп направляется на холодильник, а затем в сборник. Водопроводная вода проходит через ионообменный фильтр, умягчается, затем направляется на угольно-песочный фильтр для очистки и собирается в сборнике. Для регенерации ионитов в специальном сборнике готовится раствор поваренной соли.

Очищенная вода центробежным насосом подается в свечной керамический фильтр, где освобождается от мельчайших взвесей, и поступает в деаэратор для удаления растворенного в воде воздуха. По выходе из деаэратора вода направляется в противоточный холодильник и после охлаждения поступает в автоматический сатуратор, куда одновременно подается углекислота из баллона через редукционный вентиль. Газированная вода из сатуратора подается к разливочному

автомату. На предкупажной площадке устанавливаются сборники-мерники для соков, настоев, экстрактов, раствора красителя и т.д. Аппаратурно-технологическая схема производства безалкогольных напитков предусматривает умягчение воды, очистку ее на песочных и керамических фильтрах, обеспечивающих обеспложивающую их фильтрацию, деаэрацию и охлаждение воды перед насыщением ее углекислотой.

За рубежом получила распространение технологическая схема непрерывного приготовления напитков по синхронно-смесительной системе. Приготовление напитка идет в непрерывном потоке. причем охлаждение, перемешивание и насыщение углекислотой проводится в одном аппарате с последующим розливом в бутылки уже готового газированного напитка.

Применение такой технологии обеспечивает резкое сокращение потерь углекислоты, повышает насыщенность напитков углекислотой за счет сокращения пути движения открытой бутылки от разливной до укупорочной машины и постоянство физико-химических показателей напитка.

10.3.2. Технология сухих напитков

Сухие напитки бывают нешипучими и шипучими.

Сухие нешипучие напитки изготавливают в виде таблеток или порошка. Они представляют собой смесь сахара-песка, экстрактов, эссенций, пищевых кислот и пищевых красителей. Масса таблеток должна быть 20г. Перед употреблением таблетку или порошок перемешивают в стакане холодной воды. В течение 2 мин они должны полностью раствориться. Наличие нерастворимого осадка не допускается. Влажность таблетки не более 2,5%. Содержание сухих веществ в напитках, полученных после растворения таблеток, 9,1%, кислотность 2,0-3,2 см³ н. раствора щелочи на 100 см³ напитка. Производство сухих напитков производится по схеме (рис. 10.7).

Сахар-песок после взвешивания загружают в мукопросеиватель, где от него отделяют примеси. Затем сахар проходит через магнитный сепаратор и размалывается на мельнице. Измельченный сахар после взвешивания передается в смеситель, где перемешивается с экстрактом, кислотой и раствором красителя, подаваемых из сборников. Перемешивание длится 10-15 мин, затем смесь норией подается в сушилку и высушивается при температуре не выше 80°С. Высушенная смесь измельчается на мельнице и поступает на пресс, где в нее задают

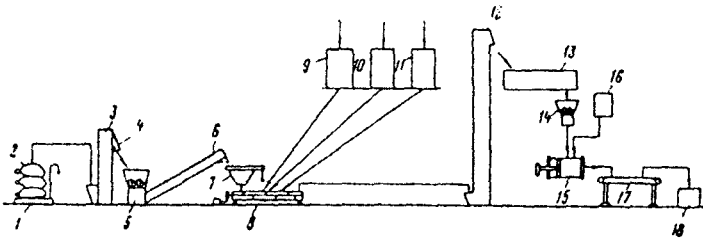


Рис. 10.7. Технологическая схема производства сухих нешипучих напитков:

1 – весы; 2 – сахар-песок; 3 – просеиватель; 4 – магнитный сепаратор; 5 – мельница; 6 – транспортер; 7 – весы; 8 – смеситель; 9, 10, 11 – сборники компонентов напитков; 12 – нория; 13 – сушилка; 14 – мельница; 15 – пресс; 16 – сборник эссенции; 17 – конвейер; 18 – коробка с готовым напитком.

эссенцию. Прессованные таблетки упаковываются по 15 кг и хранятся на складе до отгрузки в торговую сеть.

Сухие шипучие напитки (порошки) представляют собой белый шипучий порошок. Напитки, приготовленные из этих порошков, должны быть бесцветными, прозрачными без осадка и посторонних частиц. Аромат их должен соответствовать наименованию.

При растворении в стакане напиток должен обильно выделять углекислый газ. В известных отечественных сухих шипучих напитках “Грушевый” и “Освежающий” масса порошка составляет 16,4-15,9 г при отклонении не более $\pm 0,5$ г. Содержание сухих веществ в шипучих напитках, приготовленных из порошков, 7,5-7,8%, а кислотность $3,2 \text{ см}^3$ н. раствора щелочи на 100 см^3 напитка.

Приготовление шипучих однопорошковых сухих напитков производится по схеме (рис. 10.8).

Сахар-песок, взвешенный на весах, подается норией через магнитный сепаратор на мельницу. Размолотый сахар до размеров частиц мене 0,49 и больше 0,14 подается в смеситель, куда вносят сухую эссенцию. После тщательного перемешивания смесь поступает на весы для отмеривания определенной дозы и расфасовки в пакеты. При этом в каждый пакет вносится определенная навеска соды и навеска измельченной кислоты. Сода, используемая на приготовление сухих шипучих напитков, не должна иметь повышенной влажности.

10.3.3. Оценка качества безалкогольных напитков

Качество безалкогольных напитков оценивается в основном органолептически. При дегустации напитков оценивают их цвет, вкус, аромат, насыщенность углекислотой, прозрачность и внешнее оформление бутылок. Дегустируют напитки при температуре от 10 до 20°С.

Качество напитков оценивается по 100-бальной системе. Элементы качества оцениваются следующим образом:

Прозрачность	10
Вкус и аромат	40
Насыщенность углекислотой	35
Цвет	5
Внешнее оформление бутылки	10

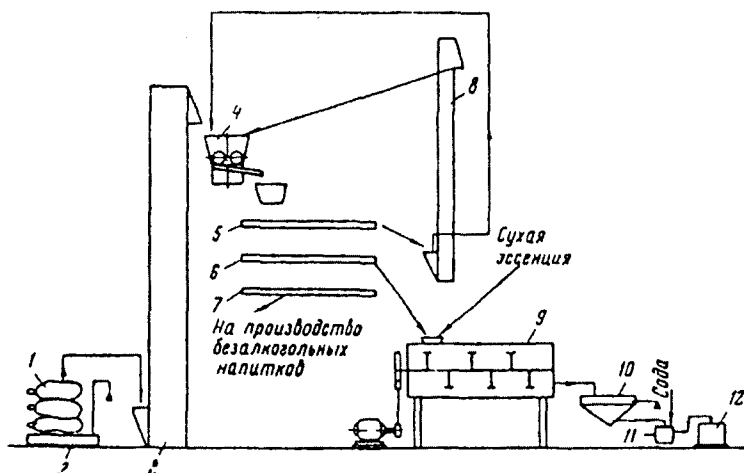


Рис. 10.8. Технологическая схема производства сухих шипучих однопоршковых напитков:

1 – сахар-песок; 2 – весы; 3, 8 – нория; 4 – мельница; 5, 6, 7 – сита рассева; 9 – смеситель; 10 – весы; 11 – пакеты с напитком; 12 – коробка с готовым напитком.

Безалкогольные напитки, торговые сиропы, сухие напитки и искусственные минеральные воды по физико-химическим показателям должны соответствовать требованиям действующих стандартов. Стойкость безалкогольных напитков при 20°С должна быть не менее 7 суток, искусственных минеральных вод – не менее 15 суток, а сиропов – не менее 20 суток.

Литература по разделу:

1. Попов В.И. Оборудование предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С.199-224.
2. Рудольф В.В., Денщиков М.Т. Оборудование заводов фруктовых вод. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – С. 128-261.
3. Сербезов Д.М., Фурнаджиев М.К. Производство безалкогольных напитков. Пер. с болг. (София, 1970 г.) – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 320 с.
4. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология броидильных производств. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 320-335.
5. Чукмасова М.А., Рудольф В.В. Технология пива и безалкогольных напитков. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – С. 399-487.

Литература

1. Бачурин П.Я., Смирнов В.А. Технология ликеро-водочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 326 с.
2. Жбанков Б.В. Оборудование ликеро-водочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 121 с.
3. Иванов А.И. Оборудование спиртового производства. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 216 с.
4. Каталог "Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК", том II, ч. 4. Пивобезалкогольная, винодельческая промышленность. – М.:АгроНИИТО, 1990. – 260 с.
5. Каталог "Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК", том II, ч. 4. Пивобезалкогольная, винодельческая промышленность. – М.:АгроНИИТО, 1990. – 260 с.
6. Климовский Д.Н., Смирнов В.А., Стабников В.Н. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 452 с.
7. Новаковская С.С. Справочник технолога дрожжевого производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 288 с.
8. Попов В.И. Оборудование предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1974. – 300 с.
9. Рудольф В.В., Денщиков М.Т. Оборудование заводов фруктовых вод. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 270 с.
10. Рухлядева А.П. Техничко-химический контроль спиртового производства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 355 с.
11. Семихатова Н.М., Чулина Е.П., Ожегова Е.И., Кочкина И.Б. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 128 с.
12. Сербезов Д.М., Фурнаджиев М.К. Производство безалкогольных напитков. Пер. с болг. (София, 1970 г.) – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 320 с.
13. Славуцкая Н.И. Технология ликеро-водочного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 184 с.
14. Справочник по производству безалкогольных напитков /под редакцией Балашова В.Е. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 362 с.
15. Справочник технолога ликеро-водочного производства/ под редакцией В.Л. Яровенко. – М.: Пищевая промышленность 1976. – 250 с.
16. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Технология спиртового и ликеро-водочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1973.– 280 с.
17. Фертман Г.И., Шойхет М.И., Чепелева А.С. Технология бродильных производств. – М.: Высшая школа, 1966. – 344 с.
18. Халаим А.Ф. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 192 с.
19. Чукмасова М.А., Шкоп .Ф. Технология и оборудование пивоваренного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 256 с.

Оглавление

1. ОСНОВНОЕ СЫРЬЕ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	4
1.1. Классификация сырья бродильных производств	
1.1.1. Сахарная свекла	4
1.1.2. Меласса	5
1.1.3. Картофель	6
1.1.4. Зерновые культуры	6
1.1.5. Хмель	8
1.1.6. Вода	9
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАЗЛИЧНЫХ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	11
2.1. Схема производства солода	13
2.2. Схемы производства этилового спирта	16
2.3. Схема производства пива	19
2.4. Схема производства ликероводочных изделий	20
2.5. Схема производства газированных безалкогольных напитков	25
3. ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА	27
3.1. Очистка и сортировка зерна	27
3.2. Замачивание зерна	28
3.3. Способы замачивания	29
3.3.1. Воздушно-водяное замачивание зерна	29
3.3.2. Замачивание в непрерывном токе воды и воздуха	30
3.3.3. Оросительное замачивание	30
3.3.4. Определение степени замачивания зерна	31
3.4. Проращивание зерна	31
3.4.1. Морфологические и физико-биохимические процессы солдоращения	32
3.5. Способы проращивания	33
3.5.1. Проращивание зерна на току	33
3.5.2. Выращивание солода в пневматических солодовнях	35
3.6. Особенности приготовления солода в спиртовом производстве	39
3.7. Сушка солода	42
3.7.1. Биохимические и химические процессы при сушке солода	42
3.7.2. Сушка солода	44

3.7.3. Сушка солода в солодосушилке ЛСХА	46
3.7.4. Обработка и хранение сухого солода	48
3.7.5. Приготовление ржаного квасного солода	48
4. ПРОИЗВОДСТВО ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ	52
4.1. Значение ферментных препаратов в народном хозяйстве	52
4.2. Плесневые грибы и способ их выращивания	52
4.3. Поверхностный способ выращивания плесневых грибов	53
4.3.1. Производство ферментного препарата для пивоваренной промышленности	54
4.3.2. Маточная культура плесневого гриба	54
4.4. Глубинный способ выращивания плесневых грибов	60
4.5. Получение очищенных ферментных препаратов	61
5. ПРОИЗВОДСТВО ЭТИЛОВОГО СПИРТА	66
5.1. Применение этилового спирта в народном хозяйстве	66
5.2. Основные свойства этилового спирта	66
5.3. Теоретический и практический выход спирта	67
5.4. Производство спирта из мелассы	68
5.4.1. Антисептирование и рассиропка мелассы	70
5.4.2. Сбраживание мелассы	71
5.4.3. Технологическая схема приготовления дрожжей	75
5.4.4. Сбраживание и переработка сахара-сырца	77
5.5. Подготовка зерна и сочного сырья для разваривания	78
5.5.1. Подготовка картофеля	79
5.5.2. Подготовка зерна	80
5.5.3. Солод и приготовление солодового молока	80
5.5.4. Плесневые грибы и приготовление суспензии гриба	82
5.6. Тепловая обработка сырья	82
5.6.1. Разваривание и осахаривание крахмалистого сырья	82
5.6.2. Периодическая схема разваривания и осахаривания	84
5.6.3. Полунепрерывная схема разваривания и осахаривания	88
5.6.4. Непрерывное разваривание	90
5.7. Переработка сахарной свеклы и сахара-сырца на спирт	103
5.7.1. Разваривание свеклы	103
5.7.2. Диффузионный способ переработки сахарной свеклы	104
5.8. Приготовление дрожжей	106
5.8.1. Способы ведения дрожжей	106
5.8.2. Работа дрожжевого отделения и санитарные правила	110

5.9. Брожение	111
5.9.1. Периодический метод брожения	113
5.9.2. Циклический метод брожения	113
5.9.3. Непрерывное брожение	115
5.9.4. Технологические показатели брожения	117
5.9.5. Улавливание спирта	119
5.10. Перегонка бражки и ректификация спирта	120
5.10.1. Перегонка бражки	121
5.10.2. Ректификация спирта	125
5.10.3. Физико-химические основы ректификации	126
5.10.4. Получение ректифицированного спирта первого сорта и спирта высшей очистки	126
5.10.5. Получение ректифицированного спирта на непрерывно действующих аппаратах	129
5.10.6. Получение спирта-ректификата на брагоректи- фикационных аппаратах	132
5.11. Хранение и учет спирта	
5.12. Комплексное использование сырья и утилизация отходов спиртового производства	142
5.12.1. Комбинированная переработка картофеля на крахмал и спирт	142
5.12.2. Мелассная барда и ее использование	148
5.12.3. Использование зерно-картофельной барды	154
5.13. Производство этилового спирта из непищевого сырья	163
5.13.1. Производство спирта синтетическим методом	169
6. ПРОИЗВОДСТВО ПИВА	173
6.1. Приготовление пивного сусла	174
6.1.1. Очистка и дробление солода	174
6.2. Фильтрация затора	187
6.2.1. Кипячение сусла с хмелем	190
6.2.2. Охлаждение сусла	193
6.2.3. Осветление сусла на сепараторе	197
6.2.4. Непрерывный процесс приготовления пивного сусла	198
6.2.5. Брожение пивного сусла	199
6.2.6. Ускоренный способ производства пива	208
6.2.7. Сепарация и фильтрация пива	210
6.2.8. Розлив пива	215
6.2.9. Карбонизация пива	219
6.2.10. Пастеризация пива	219

6.2.11. Качество пива	220
6.2.12. Использование отходов пивоваренного производства	223
7. ПРОИЗВОДСТВО ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ	226
7.1. Технологическая схема дрожжевого производства	226
7.2. Теоретические основы размножения дрожжей	227
7.3. Технологические операции производства дрожжей	231
7.3.1. Подготовка питательной среды	231
7.3.2. Размножение чистой культуры дрожжей	233
7.3.3. Размножение маточных дрожжей генерации А и генерации Б	235
7.3.4. Размножение товарных дрожжей генерации В	236
7.3.5. Выращивание дрожжей на концентрированном меласном сусле	237
7.3.6. Полунепрерывный способ выращивания дрожжей	237
7.3.7. Непрерывное выращивание дрожжей	237
7.3.8. Выделение, прессование и упаковка дрожжей	238
7.3.9. Сушка дрожжей	241
8. ПРОИЗВОДСТВО ПИЩЕВЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ	243
8.1. Производство уксусной кислоты	243
8.1.1. Непрерывный способ производства уксуса	244
8.1.2. Циркуляционный способ производства уксуса	245
8.1.3. Обработка и розлив уксуса	246
8.2. Производство молочной кислоты	246
8.2.1. Технологический процесс производства молочной кислоты	247
8.3. Производство лимонной кислоты	250
8.3.1. Поверхностный способ получения лимонной кислоты	251
8.3.2. Получение лимонной кислоты из мелассы	253
8.3.3. Глубинный способ получения лимонной кислоты	253
9. ПРОИЗВОДСТВО ЛИКЕРО-ВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	256
9.1. Технологическая схема водочного производства	256
9.1.1. Приемка спирта	257
9.1.2. Вода и ее подготовка	258
9.1.3. Приготовление водно-спиртовой смеси	258
9.1.4. Расчет количества спирта и воды для приготовления водно-спиртовой смеси	261
9.1.5. Фильтрация водно-спиртовой смеси	262
9.1.6. Обработка водно-спиртовой смеси активным углем	266
9.1.7. Фильтрация водки	267

9.1.8. Доведение водки до требуемой крепости	267
9.2. Производство ликеро-наливочных изделий	267
9.3. Сырые материалы ликеро-наливочного производства	269
9.3.1. Растительное сырье	269
9.3.2. Основные и вспомогательные материалы	272
9.3.3. Приготовление спиртованных соков	274
9.3.4. Приготовление спиртных настоев и морсов	284
9.3.5. Приготовление сахарного сиропа и колера	291
9.3.6. Купажирование	294
9.3.7. Выдержка ликеров	295
9.3.8. Розлив ликеро-водочных изделий	297
9.4. Использование отходов ликеро-водочного производства	298
10. ПРОИЗВОДСТВО СЛАБОУАКОГОЛЬНЫХ И БЕЗАУКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ	301
10.1. Производство слабоалкогольных напитков	301
10.1.1. Производство хлебного кваса	303
10.1.2. Производство бузы	310
10.1.3. Производство браги	312
10.1.4. Фруктовые сброженные напитки	313
10.1.5. Овощные сброженные напитки	318
10.1.6. Сброженные освежающие напитки из пчелиного меда	320
10.2. Производство безалкогольных напитков	322
10.2.1. Сырые материалы	322
10.3. Производство безалкогольных газированных напитков	324
10.3.1. Аппаратурно-технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков	326
10.3.2. Технология сухих напитков	329
10.3.3. Оценка качества безалкогольных напитков	331
ЛИТЕРАТУРА	333